STUDI PERAMALAN BANYAKNYA PENJUALAN GENTENG KODOK DAN GENTENG WUWUNG DI PERUSAHAAN DAERAH WISMA KARYA SURABAYA

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh

Teguh Wibawanto

Nrp : 1871500237

PROGRAM DIPLOMA III STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

1991

STUDI PERAMALAN BANYAKNYA PENJUALAN GENTENG KODOK DAN GENTENG WUWUNG DI PERUSAHAAN DAERAH WISMA KARYA SURABAYA

TUGAS AKHIR

SURABAYA, MARET 1991

Mengetahui

Ketua Jurusan Statistika

(Drs. SLAMET MULYONO, M.Sc. Ph.D)

STUDI PERAMALAN BANYAKNYA PENJUALAN GENTENG KODOK DAN GENTENG WUWUNG DI PERUSAHAAN DAERAH WISMA KARYA SURABAYA

TUGAS AKHIR

SURABAYA, MARET 1991

Menyetujui

Dosen Pembimbing

(Ir. MUTIAH S.F)

DAN JANGANLAH KAMU MENGANGGAP TERHADAP ORANG-ORANG YANG GUGUR DI JALAN ALLAH (BAHWA MEREKA ITU) MATI;

BAHKAN (SEBENARNYA) MEREKA ITU HIDUP, TETAPI KAMU TIDAK MENYADARINYA.

(Al Baqarah, 154)

Kupersembahkan Buat :
Bapak, Ibu
Kakak Dan Adikku Tercinta

ABSTRAK

Perkembangan dunia usaha dan industri dewasa ini sangatlah pesatnya. Banyak perusahaan yang ada disekitar kita, baik perusahaan ekstraktif, manufaktur maupun perusahaan yang bergerak dalam bidang penjualan jasa; Dari perusahaan yang menghasilkan barang baru, perusahaan asembling sampai perusahaan yang menjual informasi. Bertambahnya jumlah perusahaan ini terasa sekali sejak sekitar tahun 1970, baik dalam bentuk BUMN, usaha swasta seperti bentuk PT, CV, Perseorangan maupun Koperasi, juga ditambah lagi dengan masuknya perusahaan-perusahaan asing.

Perusahaan-perusahaan yang muncul tidak semuanya sukses, bahkan ada yang terpaksa gulung tikar, menghentikan kegiatan dan membubarkan badan usahanya. Banyak faktor yang menjadi sebab kegagalan perusahaan itu, diantaranya adalah tidak digunakannya perencanaan yang feasibel atas dasar ramalan (*forecasting*) yang tajam. Perencanaan dan peramalan seringkali ditinggalkan oleh perusahaan, khususnya oleh perusahaan yang tergolong belum maju, karena pekerjaan menyusun rencana (*planning*) dan membuat ramalan (*forecasting*) lebih merupakan suatu pekerjaan otak atau mental daripada pekerjaan fisik, sehingga memerlukan keahlian.

Perusahaan Daerah Wisma Karya merupakan suatu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri genteng keramik, dimana produk yang dihasilkan adalah genteng Kodok dan genteng Wuwung. Dalam usahanya untuk menarik masyarakat konsumen, maka usaha-usaha yang dilakukan adalah dengan memberikan pelayanan yang sebaik-baiknya serta menyediakan barang sesuai dengan kebutuhan dan tepat pada waktu yang dibutuhkan.

Bertitik tolak dari masalah diatas dan berdasarkan data yang ada, maka dicoba meramalkan banyaknya penjualan pada masa yang akan datang dengan menggunakan suatu teknik yang lebih baik. Dalam hal ini metode yang dipakai adalah *analisa time series*.

Dari serangkaian analisa time series didapatkan model yang sesuai untuk realisasi penjualan genteng Kodok dan genteng Wuwung, yaitu sebagai berikut :

- Model untuk penjualan genteng Kodok adalah ARIMA(3,0,0) dengan perumusan :

$$Z_t = 4.35188 + 0.16566\, Z_{t-1} + 0.20245\, Z_{t-2} + 0.2038\, Z_{t-3} + a_t$$

- Model untuk penjualan genteng Wuwung secara mingguan adalah ARIMA(1,0,0) dengan bentuk perumusan :

$$Z_t = 5.5139 + 0.20639\, Z_{t-1} + a_t$$

Teguh Wibawanto
1871500237

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Swt, yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dapat terselesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Adapun judul dari Tugas Akhir ini adalah :

STUDI PERAMALAN BANYAKNYA PENJUALAN GENTENG KODOK DAN GENTENG WUWUNG DI PERUSAHAAN DAERAH WISMA KARYA SURABAYA

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan kurikulum dari Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam jurusan Diploma III Statistika ITS, yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa dalam rangka menyelesaikan studinya di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Terselesainya penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan semua pihak, baik berupa saran, ide, dorongan, bimbingan maupun kritik. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Drs. Slamet Mulyono, MSc. Ph.D, selaku Ketua Jurusan Statistika
2. Ibu Ir. Mutiah Salamah Fauzi, selaku Dosen Pembimbing
3. Bapak Drs. Soedardjo, selaku Kepala unit P.D Wisma Karya Surabaya
4. Bapak Achmad, selaku Kasie Umum dan Personalia
5. Segenap Staf dan Karyawan Jurusan Statistika FMIPA ITS

6. Segenap Staff dan Karyawan pabrik genteng P.D Wisma Karya Surabaya
7. Ibu dan Bapak tercinta yang telah memberikan dorongan dan doa restu
8. Rekan-rekan mahasiswa Statistika yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati penyusun menerima semua saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan tulisan ini. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Surabaya, Maret 1991

penyusun

DAFTAR ISI

			Halaman
ABSTRAK		....	i
KATA PENGANTAR		....	iii
DAFTAR ISI		....	v
DAFTAR TABEL		....	viii
DAFTAR GAMBAR		....	xi
BAB I	PENDAHULUAN	....	1
	1.1. Latar Belakang	....	3
	1.2. Permasalahan	....	4
	1.3. Tujuan Penelitian	....	4
	1.4. Pengambilan Data	....	5
	1.5. Batasan dan Asumsi Penelitian	....	5
	1.6. Manfaat Penelitian	....	6
II	TINJAUAN PUSTAKA	....	7
	2.1. Tinjauan Umum	....	7
	2.2. Tinjauan Statistika	....	13
	2.2.1. Konsep Dasar Analisa Time Series	....	13
	2.2.2. Model Stokastik Time Series	....	16
	2.2.3. Perumusan Model Stokastik Time Series	....	29
	2.2.4. Statistik Q Ljung-Box	.....	35
	2.2.5. Peramalan dengan ARIMA	....	36

III BAHAN DAN METODOLOGI PENELITIAN 37
3.1. Bahan Penelitian 37
3.2. Metode Penelitian 38
3.2.1. Tahap Identifikasi 39
3.2.2. Tahap Estimasi 41
3.2.3. Tahap Pengujian Model 43
3.2.4. Peramalan 45
IV ANALISA DATA 46
4.1. Analisa Data Penjualan Genteng Wuwung 46
4.1.1. Identifikasi 47
4.1.2. Perumusan Model 49
4.1.3. Penaksiran Parameter Model .. 50
4.1.4. Pengujian Parameter Model ... 51
4.1.5. Diagnostik Cek 52
4.1.6. Evaluasi Peramalan 55
4.1.7. Overfitting 56
4.2. Analisa Data Penjualan Genteng Kodok 65
4.2.1. Identifikasi 66
4.2.2. Perumusan Model 68
4.2.3. Penaksiran Parameter Model .. 69
4.2.4. Pengujian Parameter Model ... 70
4.2.5. Diagnostik Cek 71
4.2.6. Evaluasi Peramalan 74
4.1.7. Overfitting 75

V PEMBAHASAN 83
5.1. Pembahasan Analisa Penjualan Genteng Wuwung 83
5.2. Pembahasan Analisa Penjualan Genteng Kodok 87

VI KESIMPULAN DAN SARAN 91
6.1. Kesimpulan 91
6.2. Saran 92

DAFTAR PUSTAKA 93

LAMPIRAN 94
Lampiran 1 : Tabel-tabel 94
Lampiran 2 : Printout Komputer 101

DAFTAR TABEL

TABEL		HALAMAN
2.1.	Karakteristik Fungsi Autokorelasi dan Autokorelasi Parsial	31
4.1.	Data Statistik Penjualan Genteng Wuwung di P.D Wisma Karya Surabaya	46
4.2.	Data Statistik Penjualan Genteng Wuwung di P.D Wisma Karya Surabaya Setelah ditranformasi Log Natural	47
4.3.	Estimasi Parameter Model ARIMA (1,0,0) pada Deret Penjualan Genteng Wuwung	51
4.4.	Hasil Evaluasi Peramalan Model ARIMA(1,0,0)	55
4.5.	Estimasi Parameter Model ARIMA (0,0,1) pada Deret Penjualan Genteng Wuwung	57
4.6.	Hasil Evaluasi Peramalan Model ARIMA(0,0,1)	61
4.7.	Estimasi Parameter Model ARIMA(1,0,1) pada Deret Penjualan Genteng Wuwung	62
4.8.	Data Statistik Penjualan Genteng Kodok di P.D Wisma Karya Surabaya	65
4.9.	Data statistik Penjualan Genteng Kodok di P.D Wisma Karya Surabaya Setelah Ditranformasi Log Natural	66
4.10.	Estimasi Parameter Model ARIMA (3,0,0) Pada Deret Penjualan Genteng Kodok	69

4.11. Hasil Evaluasi Peramalan Model ARIMA (3,0,0) 75
4.12. Estimasi Parameter Model ARIMA (0,0,3) Pada Deret Penjualan Genteng Kodok 76
4.13. Estimasi Parameter model ARIMA (3,0,3) pada Deret Penjualan Genteng Kodok 79
5.1. Perbandingan Model-model ARIMA yang Dicobakan pada Deret Penjualan Genteng Wuwung 84
5.2. Peramalan Banyaknya Penjualan Genteng Wuwung Mulai Minggu ke Dua Bulan September sampai Minggu ke Empat Bulan Desember 1990 86
5.3. Perbandingan Model-model ARIMA yang Dicobakan pada Penjualan Genteng Kodok 88
5.4. Peramalan Banyaknya Penjualan Genteng Kodok Mulai Minggu ke Dua Bulan September sampai Minggu ke Empat Bulan Desember 1990 90
7.1. Data Penjualan Genteng Wuwung di P.D Wisma Karya Mulai Minggu Pertama Bulan Januari 1988 sampai Minggu Terakhir Bulan Oktober 1990 94
7.2. Data Penjualan Genteng Kodok di P.D Wisma Karya Mulai Minggu Pertama Bulan Januari

1987 Sampai Minggu Terakhir Bulan Oktober
1990 95
7.3. Distribusi Normal 96
7.4. Distribusi t (Student) 97
7.5. Distribusi F 98
7.6. Distribui Chi-Square 100

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR		*HALAMAN*
2.1.	Genteng Lengkung Cekung	*12*
2.2.	Genteng Lengkung Rata	*12*
2.3.	Genteng Rata	*12*
2.4.	Representasi Time Series Sebagai Hasil dari Linear Filter	*17*
2.5.	Grafik Fungsi Autokorelasi Time Series ...	*30*
2.6.	Grafik Fungsi Autokorelasi dan Autokorelasi Parsial Untuk Proses Musiman	*32*
3.1.	Skema Pembentukan Model *(Model Building)*..	*39*
4.1.	Time Series Plot Penjualan Genteng Wuwung Setelah Ditransformasi	*48*
4.2.	Grafik Fungsi Autokorelasi Sampel untuk Data Penjualan Genteng Wuwung	*48*
4.3.	Grafik Fungsi Autokorelasi Parsial Untuk Data Penjualan Genteng Wuwung	*49*
4.4.	Grafik Fungsi Autokorelasi Residual Model ARIMA(1,0,0)	*53*
4.5.	Grafik Fungsi Autokorelasi Parsial Residual Model ARIMA(1,0,0)	*53*
4.6.	Plot Normal Residual Model ARIMA(1,0,0) ..	*54*
4.7.	Grafik Fungsi Autokorelasi Residual Model ARIMA(0,0,1)	*59*
4.8.	Grafik Fungsi Autokorelasi Parsial Residual Model ARIMA(0,0,1)	*60*

4.9. Plot Normal Residual Model ARIMA(0,0,1) .. 60

4.10. Time Series Plot Penjualan Genteng Kodok Setelah Ditransformasi 67

4.11. Grafik Fungsi Autokorelasi Pada Deret Penjualan Genteng Kodok 67

4.12. Grafik Fungsi Autokorelasi Parsial Pada Deret Penjualan Genteng Kodok 68

4.13. Grafik Fungsi Autokorelasi Residual untuk Model ARIMA(3,0,0) 72

4.14. Grafik Fungsi Autokorelasi Parsial Residual Model ARIMA(3,0,0) 73

4.15. Plot Normal Residual dari Model ARIMA(3,0,0) 74

BAB I
PENDAHULUAN

Perkembangan dunia usaha dan berbagai jenis industri dewasa ini sangatlah pesatnya. Bermacam-macam produk yang ditawarkan, baik berupa industri sandang, pangan, papan, alat-alat sekolah serta industri lain untuk memenuhi kebutuhan konsumen.

Dampak dari perkembangan ini sering terjadi suatu persaingan antara industri-industri yang menawarkan hasil produk yang sama, melimpahnya hasil produk dipasaran yang menunggu penawaran konsumen, juga mengakibatkan semakin sulit mencari bahan baku yang standard serta masih banyak lagi masalah yang lain. Disamping itu keadaan lain yang terjadi yaitu perkembangan industri seringkali tidak diimbangi dengan penggunan teknologi yang baik dalam proses produksi, dalam rangka meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi.

Perusahaan Daerah Wisma Karya merupakan suatu perusahaan yang bergerak dalam industri genteng keramik. Genteng keramik adalah suatu komponen dari bangunan yang berfungsi sebagai atap dan yang terbuat dari tanah liat dengan atau tanpa bahan tambahan serta dibakar sampai suhu yang cukup tinggi sehingga tidak hancur bila direndam dalam air.

Sejalan dengan ditingkatkannya program pembangunan fisik dewasa ini, maka peranan dari genteng sebagai komponen dari suatu bangunan sangat diperlukan. Di Perusahaan Daerah Wisma Karya jenis produk yang dihasilkan adalah genteng Kodok dan genteng Wuwung. Melihat permintaan akan genteng yang selalu meningkat, maka perusahaan-perusahaan dari berbagai produk genteng telah bersaing merebut pasaran. Untuk itu tiap perusahaan akan selalu berusaha memperbaiki sistem manajemennya.

Perusahaan Daerah Wisma Karya juga bermaksud meningkatkan daya saingnya, yaitu dengan jalan meningkatkan kualitas sistem managemennya di bidang pemasaran. Selain itu Perusahaan Daerah Wisma Karya juga berusaha menambah jumlah langganan, meskipun dari tahun ke tahun jumlah permintaan yang diterima semakin meningkat. Untuk itu Perusahaan Daerah Wisma Karya akan berusaha memberikan pelayanan yang sebaik-baiknya, karena dengan pelayanan yang baik diharapkan permintaan konsumen akan bertambah banyak sehingga hal ini juga akan meningkatkan pendapatan bagi pihak perusahaan.

Salah satu cara untuk memuaskan konsumen adalah dengan menyediakan barang sesuai dengan kebutuhan dan tepat pada waktu yang dibutuhkan oleh konsumen serta dengan kualitas yang baik. Karena itu dalam penelitian ini akan dicoba meramalkan banyaknya penjualan pada masa yang akan datang.

1.1. LATAR BELAKANG

Perkembangan yang pesat di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini menuntut adanya kemampuan manusia dalam mempertimbangkan segala kemungkinan sebelum mengambil suatu keputusan dan tindakan.

Peramalan adalah salah satu unsur yang ikut menentukan kebijaksanaan dalam pengambilan keputusan, sebab efektif atau tidaknya suatu keputusan umumnya tergantung pada beberapa faktor yang tidak dapat diketahui pada saat keputusan itu diambil.

Pemasaran adalah suatu kegiatan didalam mengkoordinasikan empat buah komponen, yaitu produk, harga, distribusi dan promosi dengan tujuan memperoleh keuntungan melalui kepuasan konsumen dengan tidak mengabaikan kepentingan pemilik (perusahaan). Karena itu kegiatan pemasaran harus direncanakan, diorganisir, dilaksanakan serta dikendalikan, di lain pihak konsumen, pemilik, aparat distribusi serta semua komponen yang terkait bisa terpuaskan.

Untuk menyusun kegiatan dimasa yang akan datang, perlu adanya koordinasi yang teratur dan terarah sehingga tepat pada sasaran yang dikehendaki dan tidak akan terjadi kelebihan jumlah produksi yang dihasilkan. Hal ini merupakan pemborosan yang berakibat turunnya kualitas pelayanan yang berarti juga merupakan kerugian, mengingat bahwa pihak perusahaan juga menginginkan keuntungan dari produk yang telah dihasilkan.

1.2. PERMASALAHAN

Suatu perusahaan dalam menjalankan usahanya untuk mencapai suatu tujuan dalam rangka mengkaji situasi dan kondisi dimasa mendatang serta bagi yang berkepentingan (perusahaan) dalam pengambilan keputusan memerlukan peramalan yang diharapkan akan dapat memberikan pandangan untuk langkah selanjutnya dalam rangka rencana pemasaran dan produksi.

Berdasarkan uraian di atas, maka yang menjadi pokok permasalahan adalah :

1. Perlu diketahui fluktuasi penjualan mingguan sehingga pola penjualan dapat dipelajari.
2. Informasi banyaknya penjualan akan suatu produk pada waktu yang akan datang perlu diketahui mulai sekarang, sehingga dapat ditentukan langkah-langkah untuk menghadapinya.

KHUSNUL YAQIN
186/130/92

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ditinjau dari permasalahan yang ada di atas adalah :

1. Menentukan model peramalan dari penjualan mingguan produksi genteng Kodok dan genteng Wuwung.

2. Meramalkan banyaknya penjualan genteng Kodok dan genteng Wuwung untuk masa yang akan datang.

1.4. PENGAMBILAN DATA

Dalam penelitian ini data diambil dari bagian pemasaran Perusahaan Daerah Wisma Karya Surabaya. Adapun data tersebut berupa :

1. Banyaknya penjualan mingguan genteng Kodok, diambil mulai minggu pertama bulan Januari 1987 sampai minggu terakhir bulan Oktober 1990.
2. Banyaknya penjualan mingguan genteng Wuwung, yang diambil mulai minggu pertama bulan Januari 1988 sampai minggu terakhir bulan Oktober 1990.

1.5. BATASAN DAN ASUMSI PENELITIAN

Batasan dan asumsi diperlukan dalam penelitian ini karena adanya keterbatasan fasilitas dan waktu yang disediakan.

Batasan-batasan yang dipergunakan adalah :

1. Penelitian hanya diperkenankan pada satu bagian saja, yaitu produksi atau pemasaran. Dalam hal ini penelitian dilakukan dibagian pemasaran.
2. Jenis produksi yang diteliti adalah genteng Kodok dan genteng Wuwung.

Sedang asumsi yang digunakan adalah keadaan (pola) pada masa lalu berkelanjutan pada masa yang akan datang.

1.6. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat utama dari penelitian ini adalah mempelajari dan menerapkan salah satu model yang akan digunakan untuk peramalan. Dalam hal ini karena variabel yang diperoleh dari waktu ke waktu, maka model yang dimaksud tersebut adalah model **time series**.

Adapun manfaat bagi perusahaan berdasarkan perumusan model di atas yaitu dapat digunakan untuk meramalkan banyaknya penjualan yang akan datang, sehingga dapat dibuat pedoman dalam hal :

1. Perencanaan kapasitas produksi
2. Perencanaan besarnya modal yang akan dikeluarkan
3. Meminimumkan biaya inventory
4. Penjadwalan sumber daya yang tersedia
5. Penjadwalan sumber daya tambahan
6. Penentuan sumber daya yang diinginkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. TINJAUAN UMUM

Genteng tradisional disebut juga genteng keramik menurut SII (Standard Industri Indonesia) adalah suatu komponen dari suatu bangunan yang berfungsi sebagai atap dan yang terbuat dari tanah liat, pasir halus dan air serta dibakar sampai suhu yang cukup tinggi sehingga tidak hancur bila direndam dalam air.

Jenis-jenis genteng keramik antara lain :

1. Genteng lengkung cekung, yaitu genteng yang mempunyai permukaan berbentuk gelombang tidak simetris tanpa bagian yang rata (*gambar 2.1.*).
2. Genteng lengkung rata, yaitu genteng yang mempuyai permukaan yang rata dengan tepi-tepinya melengkung (*gambar 2.2.*).
3. Genteng rata, yaitu genteng dengan permukaan yang rata dan tepi yang satu beralur sedang tepi yang lain berlidah (*gambar 2.3.*).

Bahan baku yang dibutuhkan dalam proses pembuatan genteng keramik antara lain :

1. Tanah liat

   Tanah liat ini terdiri atas tanah lempung, *wool* (tanah bekas pembentukan dari press) dan *affal* (tanah bekas genteng matang yang dihancurkan).

Tanah tersebut dipergunakan sebagai dasar pembuatan genteng, sehingga tanah yang dibutuhkan adalah tanah yang mempunyai sifat keplastisan yang tinggi, homogen, berwarna cream, tidak mengandung kotoran, mempunyai berat jenis 1.2 - 1.5 serta mempunyai komposisi kimia tertentu (*kwarsa*, *feldspor*, *mica*, *hidromica*, *chlorit*, *carbon* dan sebagainya).

2. Pasir halus

   Pasir halus digunakan sebagai kerangka atau tulang, penutup pori-pori genteng, mempercepat pengeringan serta mengurangi penyusutan.

3. Barium carbonat

   Barium carbonat digunakan sebagai penetralisir.

Disamping itu juga dibutuhkan bahan penunjang :

1. Air

   Air digunakan untuk menambah keplastisan tanah dan memudahkan pencampuran bahan baku.

2. Pelumas

   Pelumas digunakan untuk menghindari kelengketan pada saat pembentukan di revolver press.

Adapun proses pembuatan genteng dibagi menjadi beberapa tahapan, yang dapat diterangkan sebagai berikut :

1. Proses pengolahan bahan

   Tanah liat dan pasir halus dengan perbandingan

3 : 1 ditambah dengan *Barium Carbonat* sedikit diproses menjadi campuran yang homogen dengan menggunakan *kollergang* (pengaduk/penggilas), kemudian ditransfer ke *rool mile* untuk dibentuk menjadi lempengan setebal 5 - 8 mm. Melalui *Belt Conveyor* lempengan tersebut ditransfer lagi ke *fine rool mile* untuk lebih ditipiskan setebal 2 - 4 mm. Setelah itu ditransfer ke vacum streng press (*extruder*) untuk dibentuk menjadi bata cetak yang selanjutnya siap untuk dilakukan proses pembentukan.

2. Proses pembentukan

   Bata cetak hasil dari extruder ditransfer ke rool transportir dan disiapkan didekat revolver press untuk dibentuk menjadi genteng setengah jadi. Kemudian ditransfer lagi ke rool transportir untuk dibawa ke lokasi pengeringan.

3. Proses pengeringan

   Genteng setengah jadi yang ditransfer ke rool transportir ditempatkan di dalam rak pengeringan yang kosong. Pada proses pengeringan ini dilakukan secara alamiah yang meliputi dua keadaan, yaitu :

   - Keadaan proses pengeringan pada musim penghujan genteng kering yang dihasilkan memakan waktu ± 14 hari.

- Keadaan proses pengeringan pada musim kemarau genteng kering yang dihasilkan memakan waktu ± 21 hari.

Setelah genteng benar-benar kering, maka disiapkan di depan kiln untuk siap dibakar.

4. Proses pembakaran

Genteng kering yang sudah disiapkan dimasukkan ke dalam kiln untuk dilakukan pembakaran dengan suhu ± 900 ^{o}C. Pada proses pembakaran ini digunakan dua tipe kiln :

- *periodic kiln*
- *continue kiln*.

Setelah dibakar dengan suhu ± 900 ^{o}C, maka dilakukan pendinginan sampai mendekati suhu kamar, agar dapat dilakukan pembongkaran dan selanjutnya dilakukan seleksi terhadap produk (*kelas 1, kelas 2, kelas 3 dan afkir*) kemudian siap untuk dipasarkan.

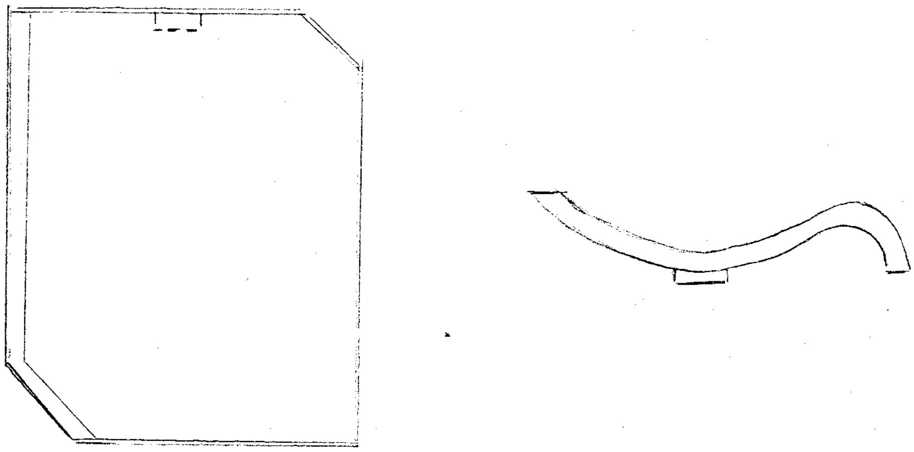
Dalam setiap kali proses pembakaran, genteng yang dihasilkan selalu diadakan penyortiran yang dikelompokkan menurut beberapa kelas kualitas genteng.

Berdasarkan SII genteng keramik menurut syarat kualitas yaitu terhadap pandangan luar, ketepatan ukuran, ketepatan bentuk, ketahanan terhadap perembesan air dan kekuatan menahan beban lentur dikelompokkan kedalam empat kualitas.

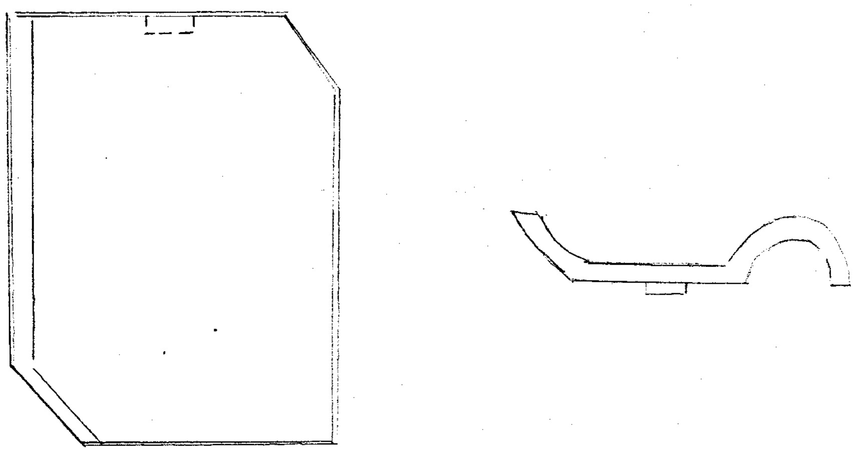
Ciri-ciri kelas kualitas dari pandangan luar adalah :

1. *Kelas kualitas I*, yaitu harus mempunyai permukaan yang utuh, rata dan halus. Kerapatan pada pemasangan baik, warna genteng sama merata dan bila dipukul suaranya nyaring. Yang termasuk kelas ini adalah IP (I pucat), IM (I merah), IT (I tua).
2. *Kelas kualitas II*, yaitu harus mempunyai permukaan yang utuh dan rata, terdapat cacat ringan sangat sedikit. Kerapatan pada pemasangan baik, sedang warna genteng kadang-kadang tidak merata.
3. *Kelas kualitas III*, yaitu adanya cacat pada permukaan yang tidak besar dan sedikit retak retak.
4. *Kelas kualitas IV*, yaitu adanya cacat gumpil dan retak-retak tetapi masih dapat digunakan.

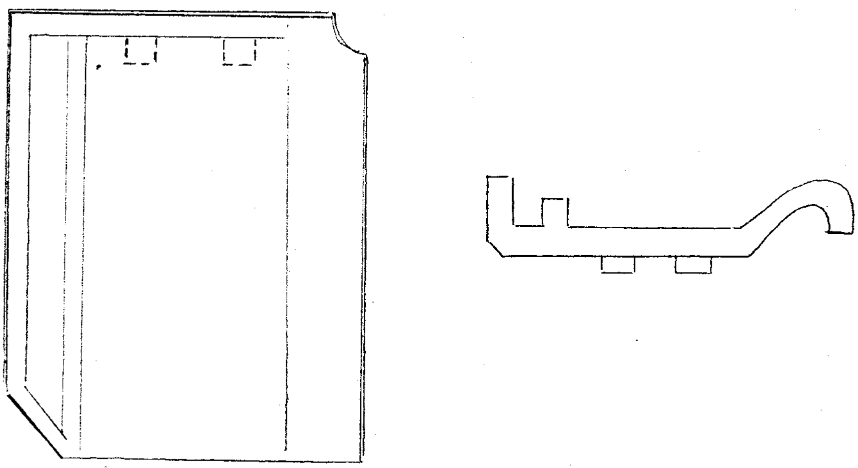
Gambar 2.1. Genteng Lengkung Cekung



Gambar 2.2. Genteng Lengkung Rata



Gambar 2.3. Genteng Rata



2.2. TINJAUAN STATISTIKA

2.2.1. Konsep Dasar Analisa Time Series

Time series atau deret waktu adalah serangkaian nilai-nilai pengamatan yang diperoleh pada titik waktu yang berbeda dengan selang sama, dan barisan data diasumsikan dependent satu sama lainnya. Jadi model time series adalah suatu model runtun waktu dimana nilai pengamatan yang satu dengan nilai pengamatan yang lain saling berkorelasi. Deret waktu ini dapat didekati dengan hukum-hukum probabilitas yang disebut proses stokastik, artinya setiap nilai dari suatu rangkaian pengamatan berasal dari suatu veriabel random yang mempunyai distribusi tertentu. Secara umum time series pada saat t_1, t_2, ... , t_n dapat digambarkan sebagai variabel random berdimensi n, (Z_{t1}, Z_{t2}, ... , Z_{tn}) dengan fungsi distribusi bersama P(Z_{t1}, Z_{t2}, ... , Z_{tn}).

Karena time series merupakan variabel random, maka pada satu gugus waktu t_1, t_2, ... , t_n akan muncul lebih dari satu gugus waktu tertentu. Dengan kata lain deret waktu yang diamati hanya merupakan realisasi dari proses stokastik.

Pada umumnya perhatian utama dalam analisa time series bukan pada titik waktu pengamatan t_i, melainkan pada urutan waktu pengamatan. Karena itu time series yang diamati pada waktu t_1, t_2, ... , t_n dapat dicatat sebagai

Z_t, dimana t menyatakan urutan waktu pengamatan yaitu t = 1, 2, ... , n. (*Box and Jenkins, 1976*).

Stationeritas Time Series

Time series dikatakan stationer jika bentuk fungsi distribusi bersama dari pengamatan Z_t, Z_{t+1}, ... , Z_{t+m} pada waktu t, t+1, ... , t+m sama dengan bentuk fungsi distribusi bersama dari pengamatan Z_{t+k}, Z_{t+k+1}, ... , Z_{t+k+m} pada waktu ke t+k, t+k+1, ... , t+k+m. Dengan kata lain :

$$P(Z_t, Z_{t+1}, \ldots , Z_{t+m}) = P(Z_{t+k}, Z_{t+k+1}, \ldots , Z_{t+k+m}). \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.1)$$

untuk sembarang nilai t, k dan m.

Dalam Box and Jenkins (1976), time series yang memenuhi syarat ini dikatakan bersifat stationer kuat.

Jika suatu time series bersifat stationer kuat, maka mean μ, varians σ^2 dan kovarians γ_k nya tidak terpengaruh oleh waktu pengamatan , sehingga :

$$E(Z_t) = E(Z_{t+k}) = \mu$$

$$E(Z_t - \mu)^2 = E(Z_{t+k} - \mu)^2 = \sigma^2$$

$$E(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu) = E(Z_{t+m} - \mu)(Z_{t+k+m} - \mu) = \gamma_k \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.2)$$

untuk sembarang nilai t, k dan m.

Ketiga persamaan tersebut dapat ditafsirkan bahwa series Z_t akan berfluktuasi sekitar mean dan varians yang tetap. Time series yang demikian dikatakan stationer dalam mean dan varians. Selanjutnya γ_k disebut autokovarians dengan waktu ketertinggalan (lag) k. Besaran ini tidak tergantung pada waktu t, tetapi tergantung pada lag k.

Jika beberapa variabel random mempunyai distribusi normal, maka seluruh informasi tentang distribusinya dapat diterangkan oleh nilai mean, varians dan kovariansnya. Oleh karena itu jika time series yang diamati berasal dari variabel random dengan distribusi normal, maka series tersebut sudah dapat dikatakan stationer kuat asal mempunyai mean, varians dan kovarians yang sama untuk sembarang waktu pengamatan. (*Box and Jenkins, 1976*).

Untuk melihat apakah suatu time series bisa dikatakan sebagai time series yang stationer, dapat dilihat dari plot data time series tersebut dan plot penaksiran autokorelasi serta plot autokorelasi parsialnya.

Autokorelasi

Keeratan hubungan antara dua variabel time series yang mempunyai selisih waktu k diukur dengan suatu besaran yang dinamakan autokorelasi dengan waktu ketertinggalan (lag) k.

Besaran ini didefinisikan sebagai :

$$\rho_k = \frac{E(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu)}{\sqrt{E(Z_t - \mu)^2 (Z_{t+k} - \mu)^2}}$$

$$= \frac{E(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu)}{\sigma^2}$$

.... (2.3)

Untuk time series yang stationer, maka $\sigma^2 = \gamma_0$ sehingga autokorelasi pada lag k adalah

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \qquad \text{.......... (2.4)}$$

Hubungan autokorelasi sebagai fungsi dari k disebut fungsi autokorelasi. Fungsi ini merupakan salah satu sumber informasi yang cukup penting mengenai sifat-sifat time series.

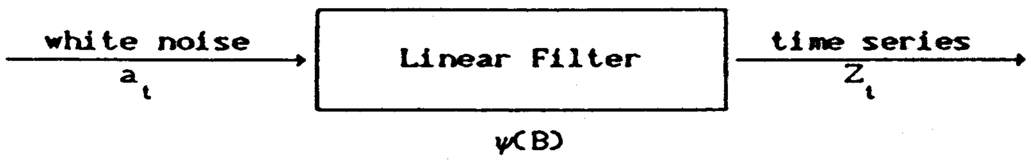
2.2.2. Model Stokastik Time Series

Time series dapat dipandang sebagai variabel random yang dibangkitkan oleh suatu deret white noise. Perubahan dari proses white noise a_t menjadi suatu deret time series Z_t tersebut melalui suatu linear filter dengan fungsi transfer $\psi(B)$, seperti ditunjukkan dalam (*gambar 2.4.*) dan dapat dinyatakan dalam bentuk kombinasi linear sebagai berikut :

$$Z_t = \mu + \psi(B)\, a_t$$
$$= \mu + a_t + \psi_1\, a_{t-1} + \psi_2\, a_{t-2} + \ldots \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (\ 2.5\ )$$

$$\psi(B) = (\ 1 + \psi_1\, B + \psi_2\, B^2 + \ldots\ )$$

Gambar 2.4. Representasi Time Series Sebagai Hasil dari Linear Filter



Pada umumnya mean μ adalah parameter yang menunjukkan tingkat proses itu, $\psi(B)$ sebagai operator linear yang mentransformasikan a_t ke Z_t, dan dinamakan fungsi transfer atau filter. Sedangkan B adalah operator langkah mundur yang didefinisikan $B_i a_t = a_{t-i}$ (*Box and Jenkins, 1976*). White noise adalah suatu variabel random yang bersifat tidak saling berkorelasi dan berdistribusi normal dengan mean $\mu = 0$ dan varians σ_a^2 konstan, atau ditulis $a_t \sim N(0,\sigma_a^2)$.

Persamaan (2.5) mempunyai sebuah pernyataan yang menerangkan pembangkitan deret Z_t melalui proses stokastik. Selanjutnya dari persamaan tersebut dapat diturunkan bentuk-bentuk khusus model stokastik, yaitu model Autoregresi AR(p), model Moving Averages MA(p), model campuran ARMA(p,q) dan model-model terintegrasi. Ketiga model yang pertama berlaku bagi time series stationer, sedangkan model yang terakhir berlaku bagi time series yang tidak stationer. Penurunan dari persamaan linear umum menjadi bentuk-bentuk khusus ini dijelaskan dalam *Box and Jenkins, 1976.*

1. Model Autoregresi

Model autoregresi berorde p, disingkat AR(p) atau ARIMA(p,0,0), menyatakan bahwa nilai pengamatan pada waktu ke t merupakan hasil regresi dari nilai-nilai pengamatan sebelumnya sepanjang p periode atau ditulis dalam bentuk :

$$Z_t = \mu' + \varnothing_1 Z_{t-1} + \ldots + \varnothing_p Z_{t-p} + a_t \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.6)$$

atau $Z_t - \varnothing_1 Z_{t-1} - \varnothing_2 Z_{t-2} - \ldots - \varnothing_p Z_{t-p} = \mu' + a_t$

dengan menggunakan operator langkah mundur B, persamaan diatas menjadi

$$\varnothing(B)\, Z_t = \mu' + a_t \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.7)$$

Sedangkan $\varnothing(B) = (1 - \varnothing_1 B - \varnothing_2 B^2 - \ldots - \varnothing_p B^p)$ disebut operator autoregresif dan a_t merupakan white noise yang berdistribusi normal dengan mean nol dan varians σ_a^2. Selanjutnya μ' adalah konstanta yang berhubungan dengan μ, yaitu :

$$\mu' = \mu(1 - \phi_1 - \ldots - \phi_p) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.8)$$

(*Box and Jenkins, 1976*).

Agar persamaan (*2.6*) atau (*2.7*) masih memenuhi syarat sebagai model yang stationer, maka harus memenuhi suatu syarat yang disebut stationeritas.

Syarat Stationeritas Model AR(p)

Pada persamaan (*2.7*) operator $\phi(B)$ dapat dipandang sebagai suatu fungsi dalam B, sehingga dapat dikatakan $\phi(B) = 0$ yang disebut persamaan ciri dalam B. Syarat stationeritas untuk model AR(p) ini dipenuhi jika nilai mutlak akar-akar persamaan ciri tersebut lebih besar dari satu. (*Box and Jenkins, 1976*)

Misalkan model AR(1) mempunyai persamaan ciri :

$$1 - \phi_1 B = 0$$

$$\phi_1 B = 1$$

$$B = \phi_1^{-1}$$

Jika $| B | > 1$ maka didapat $| \phi_1 | < 1$, sehingga

$$-1 < \phi_1 < 1 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.9)$$

Adapun untuk syarat model AR(2) stationer jika ϕ_1 dan ϕ_2 memenuhi :

$$\phi_1 + \phi_2 < 1$$

$$\phi_2 - \phi_1 < 1$$

$$-1 < \phi_2 < 1 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.10)$$

(*Box and Jenkins, 1976*).

Fungsi Autokorelasi Model AR(p)

Jika didefinisikan $\tilde{Z}_t = Z_t - \mu$ maka persamaan (2.6) menjadi :

$$\tilde{Z}_t = \phi_1\tilde{Z}_{t-1} + \phi_2\tilde{Z}_{t-2} + \dots + \phi_p\tilde{Z}_{t-p} + a_t$$

Dan fungsi autokovarians bagi model AR(p) ini adalah :

$$\gamma_k = E (Z_t - \mu)(Z_{t-k} - \mu)$$

$$= E (\tilde{Z}_t \,.\, \tilde{Z}_{t+k})$$

atau

$$\gamma_k = E (\phi_1\tilde{Z}_{t-1} + \phi_2\tilde{Z}_{t-2} + \dots + \phi_p\tilde{Z}_{t-p} + a_t) \,.\, \tilde{Z}_{t+k}$$

Karena $E (a_t \,.\, \tilde{Z}_{t+k}) = 0$ untuk $k \geq 1$, maka dengan menyelesaikan batasan diatas untuk $k = 0, 1, 2, \dots, p$ fungsi autokovarians bagi AR(p) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\gamma_0 = \phi_1\gamma_1 + \phi_2\gamma_2 + \dots + \phi_p\gamma_p$$

$$\gamma_1 = \phi_1\gamma_0 + \phi_2\gamma_1 + \dots + \phi_p\gamma_{p-1}$$

....

$$\gamma_p = \phi_1\gamma_1 + \phi_2\gamma_2 + \dots + \phi_p\gamma_0$$

.... (2.11)

karena $\gamma_k = \gamma_{-k}$ maka persamaan menjadi

$$\gamma_k = \phi_1\gamma_{k-1} + \phi_2\gamma_{k-2} + \dots + \phi_p\gamma_{k-p}$$

.... (2.12)

untuk $k = 1, 2, 3, \dots.$

Fungsi autokorelasi parsial dari model AR(p), didapatkan dengan membagi masing-masing persamaan pada (2.11) dengan γ_o, sehingga diperoleh :

$$\rho_1 = \emptyset_1 + \emptyset_2\rho_1 + \ldots + \emptyset_p\rho_{p-1}$$
$$\rho_2 = \emptyset_1\rho_1 + \emptyset_2 + \ldots + \emptyset_p\rho_{p-2}$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\rho_p = \emptyset_1\rho_{p-1} + \emptyset_2\rho_{p-2} + \ldots + \emptyset_p$$

.... (*2.13*)

Seperti pada fungsi autokovarians, persamaan (*2.13*) dapat ditulis dalam bentuk :

$$\rho_k = \emptyset_1\rho_{k-1} + \emptyset_2\rho_{k-2} + \ldots + \emptyset_p\rho_{k-p}$$

.... (*2.14*)

untuk k = 1, 2, 3, ...

yang dikenal dengan persamaan **Yule - Walker.** (*Box and Jenkins, 1976*)

Fungsi Autokorelasi Parsial

Autokorelasi parsial merupakan koefisien terakhir dari persamaan autoregresi, misal AR(k), jika $\emptyset_{kj}$ (j = 1, 2, ... , k) menyatakan koefisien ke j maka $\emptyset_{kk}$ dikatakan sebagai autokorelasi parsial. Dengan demikian jika k = 1, 2, ... , k maka dapat diperoleh gugus autokorelasi parsial $\emptyset_{11}$, $\emptyset_{22}$, ... , $\emptyset_{kk}$. Selanjutnya k = 1, 2, ... , k dalam pengertian ini dinamakan lag (waktu ketertinggalan), sedang hubungan autokorelasi parsial sebagai fungsi dari k ini disebut fungsi autokorelasi parsial. Fungsi autokorelasi parsial dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\emptyset_{kk} = \frac{\text{determinan } A_k}{\text{determinan } R_k} \qquad \text{.......... (2.15)}$$

dimana R_k adalah matrik autokorelasi berukuran k x k, yaitu :

$$R_k = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{k-2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

.... (2.16)

dan A_k adalah matrik R_k yang kolom terakhirnya diganti dengan vektor autokorelasi ρ = (ρ_1, ρ_2, ... , ρ_k). Matrik A_k tersebut dinyatakan :

$$A_k = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{k-2} & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{k-3} & \rho_2 \\ \rho_2 & \rho_1 & 1 & \cdots & \rho_{k-4} & \rho_3 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \cdots & \rho_1 & 1 \end{bmatrix}$$

.... (2.17)

2. Model Moving Averages

Model autoregresi dalam keadaan tertentu tidak dapat menjelaskan pola hubungan dari data time series. Oleh karena itu pendekatan Box Jenkins mempertimbangkan model lain untuk mengatasi masalah tersebut. Salah satu dari model tersebut adalah model moving averages atau MA.

Model moving averages berorde q ditulis sebagai MA(q) atau ARIMA(0,0,q). Model tersebut dirumuskan sebagai :

$$Z_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \ldots - \theta_q a_{t-q} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.18)$$

atau $Z_t = \mu + \theta(B)a_t$.

$\theta(B)$ disebut sebagai operator moving averages dan a_t white noise yang berdistribusi normal yang mempunyai mean nol dan varians σ_a^2 .

Agar persamaan (*2.18*) dapat dikatakan sebagai model time series yang stationer, maka persamaan tersebut harus dapat dinyatakan sebagai model autoregresif yang konvergen (berorde berhingga). Untuk itu diperlukan pembatasan-pembatasan terhadap parameter θ_i (i = 1, 2, ... , q) pada persamaan (*2.18.*). Pembatasan ini disebut syarat invertibilitas model MA(q). (*Box and Jenkins, 1976*)

Syarat Invertebilitas Model MA(q)

Seperti halnya pada model AR, operator $\theta(B)$ pada persamaan (*2.18*) dapat dipandang sebagai fungsi dalam B, sehingga dapat dibuat persamaan model MA(q), yaitu :

$$\theta(B) = 0$$

atau $1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \ldots - \theta_q B^q = 0$

.... (2.19)

Agar model MA(q) dapat dikatakan sebagai model yang invertibel, maka harga mutlak akar-akar persamaan (2.19) harus lebih besar dari satu.

Untuk model MA(1). syarat invertibilitasnya adalah :

$$-1 < \theta_1 < 1 \qquad \text{.......... (2.20)}$$

Untuk model MA(2) :

$$\theta_1 + \theta_2 < 1$$

$$\theta_2 - \theta_1 < 1$$

$$-1 < \theta_2 < 1 \qquad \text{.......... (2.21)}$$

Fungsi Autokorelasi Model MA(q)

Berdasarkan pada persamaan (2.18) akan didapatkan autokovarians sebagai berikut :

$$\gamma_k = E\,(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu) \qquad \text{.......... (2.22)}$$

$$= E\,(a_t - \theta_1 a_{t-1} - \ldots - \theta_q a_{t-q})(a_{t+k} - \theta_1 a_{t+k-1} - \ldots - \theta_q a_{t+k-q})$$

Karena $E\,(a_i , a_j) = 0$ untuk $i \neq j$ maka :

$$\gamma_k = \sigma^2\,(-\theta_k + \theta_1\theta_{k+1} + \ldots + \theta_{q-k}\theta_q)$$

untuk $k = 1, 2, \ldots, q$

$$\gamma_k = 0 \qquad \text{untuk } k > q$$

$$\gamma_k = \gamma - k \qquad \text{untuk } k < 0 \qquad \text{.......... (2.23)}$$

Fungsi autokorelasi ρ_k adalah hasil pembagian autokovarians γ_k dengan varians γ_0 seperti dalam persamaan (2.4.) Fungsi autokorelasi model MA(q) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\rho_k = \frac{-\theta_k + \theta_1\theta_{k+1} + \dots + \theta_{2-k}\theta_2}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \dots + \theta_p^2}$$

untuk k = 1, 2, 3, ... , q

$\rho_k = 1$, $k = 0$

$\rho_k = 0$, $k > q$

$\rho_k = p - k$, $k < 0$

3. Model Campuran Autoregresif dan Moving Averages

Metode Box Jenkins menggunakan prosedur yang praktis dan sederhana bagi penerapan model atau skema autoregresif dan moving averages dalam penyusunan peramalan, sehingga dengan menggunakan gabungan model tersebut maka dapat dipertimbangkan autokorelasi, baik antara nilai-nilai pengamatan yang berurutan dari variabel yang akan diramalkan, maupun diantara nilai yang berturut-turut dari residual (error) pada masing-masing periode yang lalu.

Model ini ditulis sebagai ARMA(p,q) atau ARIMA(p,0,q) dengan bentuk persamaan sebagai berikut :

$$Z_t = \mu' + \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

atau

$$\phi(B) Z_t = \theta(B) a_t + \mu'$$

sedangkan $\emptyset(B) = 1 - \emptyset_1 B - \ldots\ldots - \emptyset_p B^p$

$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \ldots\ldots - \theta_p B^p$

dimana $a_t \sim N(0, \sigma_a^2)$

Stationeritas dan Inverbilitas Model Arma(p,q)

Karena model ini merupakan gabungan antara AR(p) dan MA(q), maka syarat stationernya mengikuti model AR(p) dan invertibelnya , mengikuti model MA(q).

Fungsi Autokorelasi Model ARMA(p,q)

Fungsi autokorelasi model ARMA(p,q) dengan mendefinisikan $\tilde{Z}_t = Z_t - \mu$ dan $\tilde{Z}_{t-k} = Z_{t-k} - \mu$, sehingga dari persamaan (*2.22*) diperoleh :

$$\gamma_k = \sum_{i=1}^{p} \emptyset_1 E(\tilde{Z}_{t-i} Z_{t-k}) + \sum_{j=0}^{q} \theta_j E(a_{t-j} \tilde{Z}_{t-k}) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.24)$$

$E(a_{t-j} \tilde{Z}_{t-k}) \neq 0$, untuk $k \leq q$ sebab a_{t-j} (j = 0, 1, 2, ... , q) berkorelasi dengan Z_{t-k}.

$E(a_{t-j} \tilde{Z}_{t-k}) = 0$, untuk $k > q$ sehingga autokorelanya adalah :

$$\rho_k = \emptyset_1 \rho_{k-1} + \emptyset_2 \rho_{k-2} + \ldots + \emptyset_p \rho_{k-p} , \; k > p \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.25)$$

Persamaan (*2.21*) tidak lain adalah struktur fungsi autokorelasi model AR(p), sehingga struktur fungsi autokorelasi ARMA(p,q) didominasi pengaruh AR(p) untuk lag k > q. Sedangkan untuk k = 0, 1, 2, ... , q struktur autokorelasi akan menjadi kompleks karena dipengaruhi oleh model MA(q).

4. Model-model Terintegrasi

Dalam kenyataannya tidak semua data time series memenuhi syarat kestationeran. Misal suatu model autoregresi :

$$\emptyset(B)Z_t = a_t$$

tidak memenuhi syarat stationer.

Pada persamaan karakteristik $\emptyset(B) = 0$, maka model dapat diuraikan menjadi :

$$\emptyset(B)(1-B)^d Z_t = a_t \qquad \text{..........} \; (\; 2.26 \;)$$

$$\emptyset(B)\, \nabla^d Z_t = a_t$$

$\emptyset(B)$ merupakan operator autoregresi yang telah memenuhi syarat stationer, dan $\nabla^d = (1-B)^d$. (*Box and Jenkins, 1976*)

Jika dimisalkan $\nabla^d Z_t = w_t$, maka persamaan (*2.26*) adalah model autoregresi bagi w_t, dimana w_t dikatakan sebagai hasil differensi orde ke d dari deret Z_t. Sebaliknya Z_t merupakan hasil integrasi dari deret w_t, oleh karena itu persamaan (*2.26*) disebut model autoregresi terintegrasi dengan orde p dan q, disingkat ARI(p,d) atau ARIMA(p,d,q). Selanjutnya ∇^d disebut operator differensi dan d disebut orde differensi.

Model lain yang tidak stationer yaitu moving averages terintegrasi (IMA) dan model campuran autoregresi autoregresi moving averages terintegrasi

(ARIMA). Model IMA(d,q) dinyatakan dalam bentuk :

$$(1 - B)^d Z_t = \theta(B)\, a_t \qquad \text{.......... } (2.27)$$

$$\theta(B)\, \nabla^d = \theta(B)\, a_t$$

dimana $\theta(B) = (1 - \theta_1 B - \ldots - \theta_q B_q)$

Model ARIMA(p,d,q) dinyatakan sebagai :

$$\phi(B)(1-B)^d Z_t = \theta(B)\, a_t \qquad \text{.......... } (2.28)$$

$$\phi(B)\, \nabla^d Z_t = \theta(B)\, a_t$$

Karena model-model terintegrasi merupakan model-model stationer bagi deret $w_t = (1 - B)^d Z_t$, maka karakteristik model ini mengikuti model-model stationer yang telah dibicarakan sebelumnya.

5. Model Multiplikatif Time Series

Dalam penyusunan ramalan, hendaknya perlu diperhatikan adanya pengaruh variasi musim. Variasi musim adalah fluktuasi disekitar garis trend yang berulang secara teratur dengan panjang periode yang sama. Misal proses pengulangan tersebut berulang setiap s satuan waktu, maka modelnya dapat ditulis sebagai berikut :

$$\phi_s(B^s)(1-B^s)^D Z_t = \theta(B^s)\, a_t \qquad \text{.......... } (2.29)$$

atau $\phi_s(B^s) = 1 - \phi_s B^s - \phi_{2s} B^{2s} - \ldots - \phi_{ps} B^{ps}$

dan $\theta_s(B^s) = 1 - \theta_s B^s - \theta_{2s} B^{2s} - \ldots - \theta_{ps} B^{ps}$

dimana p = ordo operator autoregresif musiman

q = ordo operator moving average musiman

s = periode musiman

D = differensi musiman.

serta $\nabla_s^D = (1 - B^s)$ disebut operator differensi musiman, dan $\nabla_s Z_t = Z_t - Z_{t-s}$.

Persamaan Model Multiplikatif

Pada data musiman biasanya diikuti pula dengan pola data yang non musiman. Pandang persamaan (*2.23*) sebagai model musiman dengan panjang periode s satuan waktu. Jika a_t dalam persamaan tersebut bukan merupakan white noise, berarti model tersebut belum bisa menerangkan perilaku dari data yang ada, karena residual yang dihasilkan masih terpaut oleh model deret white noise a_t dari ARIMA(p,d,q),

$$\phi(B)\nabla^d a_t = \theta(B)\, e_t \qquad \text{.......... (2.30)}$$

(*Box and Jenkins, 1976*)

Dengan mensubtitusikan persamaan (*2.24*) kedalam persamaan (*2.23*) didapatkan bentuk model sebagai berikut :

$$\phi_s(B^s)\ \phi(B)\ \nabla_s^D\ \nabla^d\ Z_t = \theta_s(B^s)\ \theta(B)\ e_t \qquad \text{.......... (2.31)}$$

Model persamaan (*2.25*) disebut model ARIMA Multiplikatif, disingkat ARIMA(p,d,q)(P,D,Q).

2.2.3. Perumusan Model Stokastik Time Series

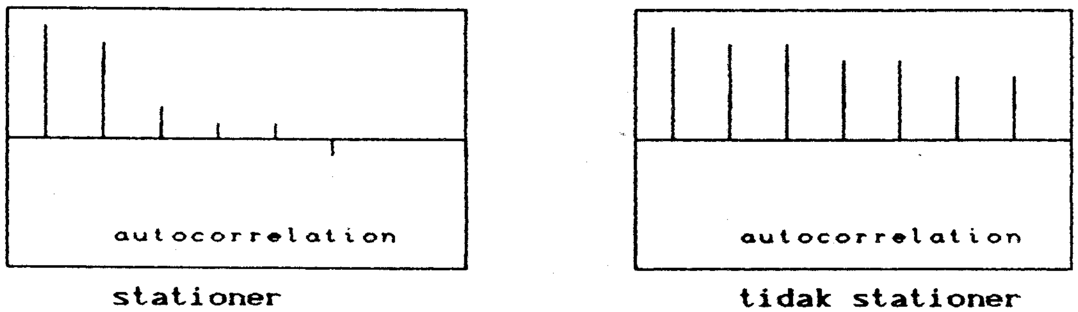
Model-model stokastik yang dibicarakan sebelumnya tak lain adalah suatu alat yang digunakan untuk menerangkan proses stokastik yang membangkitkan time series. Oleh karena itu jika diambil n pengamatan Z_1,

Z_2, ... , Z_n dapat ditarik kesimpulan mengenai populasi time series Z_t, jika terlebih dahulu dilakukan pendugaan model yang sesuai. Dengan kata lain ramalan pada waktu yang akan datang baru dapat diketahui jika model telah terbentuk. Adapun beberapa hal yang mendasari perumusan model tersebut adalah :

1. Fungsi Autokorelasi dan Stationeritas Time Series

Time series yang stationer akan mempunyai bentuk fungsi autokorelasi (korrelogram) menurun (menuju nol) secara eksponensial sejalan dengan bertambahnya lag. Semakin dekat ke batas tidak stationer maka fungsi autokorelasinya menurun dengan lambat. Hal tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :

Gambar 2.5. Grafik Fungsi Autokorelasi Time Series



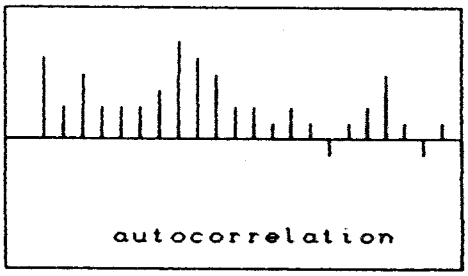
Karakteristik fungsi autokorelasi dan autokorelasi parsial adalah sebagai berikut :

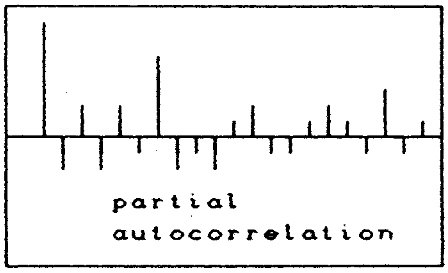
Tabel 2.1. Karakteristik Fungsi Autokorelasi dan Autokorelasi Parsial

Jenis Proses	Autokorelasi	Autokorelasi parsial
AR(p)	Mengecil (mengekor) menurut persamaan $\rho_k=\emptyset_1\rho_{k-1}+...+\emptyset_1\rho_{k-p}$	Memencil pada lag 1 sampai lag p kemudian terpotong
MA(q)	Memencil pada lag 1 sampai q, kemudian terpotong	Mengecil sejalan dengan bertambahnya lag (mengekor)
ARMA(p,q)	Berpola tak beraturan pada lag 1 sampai q, kemudian mengecil menurut persamaan $\rho_k=\emptyset_1\rho_{k-1}+...+\emptyset_1\rho_{k-p}$	Mengecil sejalan dengan bertambahnya lag (mengekor)

Selain dua hal diatas, fungsi autokorelasi dan autokorelasi parsial juga dapat menunjukkan adanya pengaruh musiman dalam proses pembangkitan time series. Pengaruh ini ditandai oleh nilai autokorelasi atau autokorelasi parsial yang memencil secara berulang pada periode-periode musim tertentu. Salah satu contoh mengenai hal ini dapat dilihat pada (*gambar 2.6.*)

Gambar 2.6. Grafik Fungsi Autokorelasi dan autokorelasi Parsial untuk Proses Musiman





2. Penduga Autokorelasi dan Penduga Autokorelasi Parsial

Autokorelasi yang didefinisikan pada persamaan (2.3) diduga dengan autokorelasi yang dihitung berdasarkan k pengamatan Z_1, Z_2, ... , Z_n, yaitu :

$$\hat{\rho}_k = r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t-k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^{n} (Z_t - \bar{Z})^2} \quad \ldots\ldots\ldots \ (2.32)$$

sedangkan

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{t=1}^{n} Z_t}{n},$$ adalah penduga dari mean time series.

Untuk ukuran n sampel yang cukup besar autokorelasi sampel persamaan (2.32) akan mempunyai distribusi $N(0,\sigma^2)$. Varians dari r_k, yaitu :

$$V(r_k) = \frac{1}{n} (1 + 2(r_1^2 + \ldots + r_q^2)), \ k > q \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \ (2.33)$$

Dalam hal ini q adalah ordo moving averages dan k adalah konstanta tertentu. Selang kepercayaan $(1-\alpha)$ untuk ρ_k ialah :

$$- Z_{\alpha/2} \sqrt{V(r_k)} \le \rho_k \le Z_{\alpha/2} \sqrt{V(r_k)} \qquad \text{.......... (2.34)}$$

Taksiran autokorelasi parsial ditentukan menurut persamaan (*2.13*) dengan mengganti ρ_i dengan penaksirannya yaitu r_i, sehingga :

$$\hat{\varnothing}_{kk} = \frac{| \hat{A}_k |}{| \hat{R}_k |} \qquad \text{.......... (2.35)}$$

untuk

$$\hat{R}_k = \begin{bmatrix} 1 & r_1 & r_2 & \cdots & r_{k-1} \\ r_1 & 1 & r_1 & \cdots & r_{k-2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{k-1} & r_{k-2} & r_{k-3} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

$$\hat{A}_k = \begin{bmatrix} 1 & r_1 & r_2 & \cdots & r_{k-2} & r_1 \\ r_1 & 1 & r_1 & \cdots & r_{k-3} & r_2 \\ r_2 & r_1 & 1 & \cdots & r_{k-4} & r_3 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{k-1} & r_{k-2} & r_{k-3} & \cdots & r_1 & 1 \end{bmatrix}$$

pada n sampel yang cukup besar, taksiran autokorelasi parsial akan berdistribusi normal dengan mean nol dan varians $V(\emptyset_{kk}) = 1/n$, $k > p$ .... (2.36)

dimana p sebagai ordo dari model autregresif.

Dari persamaan (2.36) didapatkan selang kepercayaan $(1-\alpha)$ bagi $\emptyset_{kk}$, yaitu :

$$- Z_{\alpha/2} \sqrt{V(\emptyset_{kk})} \le \emptyset_{kk} \le Z_{\alpha/2} \sqrt{V(\emptyset_{kk})}$$

.... (2.37)

dimana $Z_{\alpha/2}$ adalah nilai tabel distribusi normal standard dengan taraf $\alpha/2$.

3. Penduga Maksimum Likelihood

Asumsi yang harus dipenuhi dalam pendugaan model stokastik time series ialah a_t merupakan white noise yang mempunyai μ nol dan varians σ_a^2 .(*Box and Jenkins, 1976*)

Dengan asumsi ini, fungsi distribusi bersama untuk a_t ($t = 1, 2, \ldots , n$) ialah :

$$P(a_1, a_2, \ldots, a_n | \sigma^2) = (2 \Pi \sigma^2)^{-1/2} \exp\{-1/(2\sigma^2) \sum^{n} a_t^2\}$$

.... (2.38)

sehingga logaritma fungsi probabilitasnya, berdasarkan pengamatan $\underset{\sim}{Z}' = (Z_1, Z_2, \ldots , Z_n)$ ialah :

$$L (\underset{\sim}{\emptyset} , \underset{\sim}{\theta} , \sigma^2 \mid \dot{\underset{\sim}{Z}}) = - n \log \sigma^2 - \frac{S (\underset{\sim}{\emptyset} , \underset{\sim}{\theta})}{2 \sigma^2}$$

.... (2.39)

sedangkan $S(\underset{\sim}{\emptyset}, \underset{\sim}{\theta})$ adalah fungsi sum square residual yang didefinisikan sebagai berikut :

$$S(\underset{\sim}{\emptyset}, \underset{\sim}{\theta}) = \sum_{t=1}^{n} a_t \qquad \text{.......... (2.40)}$$

Penduga kemungkinan maksimum bagi parameter $\underset{\sim}{\emptyset}$ dan $\underset{\sim}{\theta}$ didapatkan dengan memaksimumkan fungsi (2.38). Karena pengaruh $\underset{\sim}{\emptyset}$ dan $\underset{\sim}{\theta}$ hanya terdapat pada $S(\underset{\sim}{\emptyset}, \underset{\sim}{\theta})$, maka untuk memaksimumkan (2.38) dapat digunakan dengan meminimumkan persamaan (2.40).

2.2.4. Statistik Q Ljung - Box

Perumusan model ARIMA dapat dipandang sebagai usaha mencari bentuk transformasi yang mengubah series Z_t menjadi series a_t. Oleh karena itu perumusan model tersebut dapat dikatakan berhasil jika mendapatkan residual $\hat{a}_t$ (sebagai estimasi a_t) yang bersifat seperti white noise a_t, yaitu tidak saling berkorelasi. Dengan kata lain, diinginkan residual model yang bersifat bebas.

Untuk menguji kebebasan residual tersebut, digunakan uji statistik **Q Ljung - Box**, yang dirumuskan sebagai :

$$Q = n(n+2)\sum_{k=1}^{n-k} \gamma_k^2 (n-k)^{-1}$$

sedangkan .... (2.41)

$$\gamma_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} \tilde{a}_t \tilde{a}_{t+k}}{\sum_{t=1}^{n} \tilde{a}_t^2}, \quad k = 1, 2, \ldots, k$$

.... (2.42)

Karena statistik **Q Ljung - Box** tersebut mempunyai distribusi **Chi Square** dengan derajat bebas k dikurangi banyaknya parameter model Po, maka kaidah keputusan bagi pengujian ialah :

$Q \leq \chi^2_{\alpha(k-Po)}$ maka model sesuai

$Q > \chi^2_{\alpha(k-Po)}$ maka model tidak sesuai

2.2.5. Peramalan Dengan ARIMA

Kriteria yang umum digunakan dalam peramalan adalah sum square error **minimum.** Misalkan $\hat{Z}_t(m)$ adalah nilai ramalan bagi $Z_t(m)$ yang didasarkan pada n pengamatan Z_1, Z_2, ... , Z_n maka mean square error (MSE) paramalannya ialah :

$$MSE\ [\ \hat{Z}_t(m)\ ] = E\ [\ Z_{t+m} - \hat{Z}_t(m)\ ]^2 \qquad \text{.......... (2.43)}$$

jadi dengan kriteria mean square error yang minimum, nilai ramalan $\hat{Z}_t(m)$ harus dipilih sedemikian rupa sehingga persamaan (*2.40*) minimum.

BAB III
BAHAN DAN METODOLOGI PENELITIAN

3.1. BAHAN PENELITIAN

Data merupakan bahan penelitian yang sangat penting untuk menyingkap dugaan-dugaan yang timbul. Untuk itu perlu dilakukan upaya mendapatkan data yang sesuai agar permasalahan yang ada dapat terselesaikan dengan tuntas.

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah data mingguan jumlah penjualan genteng Kodok dan genteng Wuwung. Dalam hal ini data yang diambil dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

1. Data untuk pembentukan model
   - data mingguan jumlah penjualan genteng Kodok, diambil mulai minggu pertama bulan Januari 1987 sampai minggu kedua bulan September 1990
   - data mingguan jumlah penjualan genteng Wuwung, yang diambil mulai minggu pertama bulan Januari 1988 sampai minggu kedua bulan September 1990.
2. Data untuk evaluasi peramalan
   - data mingguan jumlah penjualan genteng Kodok, yang diambil mulai minggu ketiga bulan September 1990 sampai minggu terakhir bulan Oktober 1990
   - data mingguan jumlah penjualan genteng Wuwung, yang diambil mulai minggu ketiga bulan

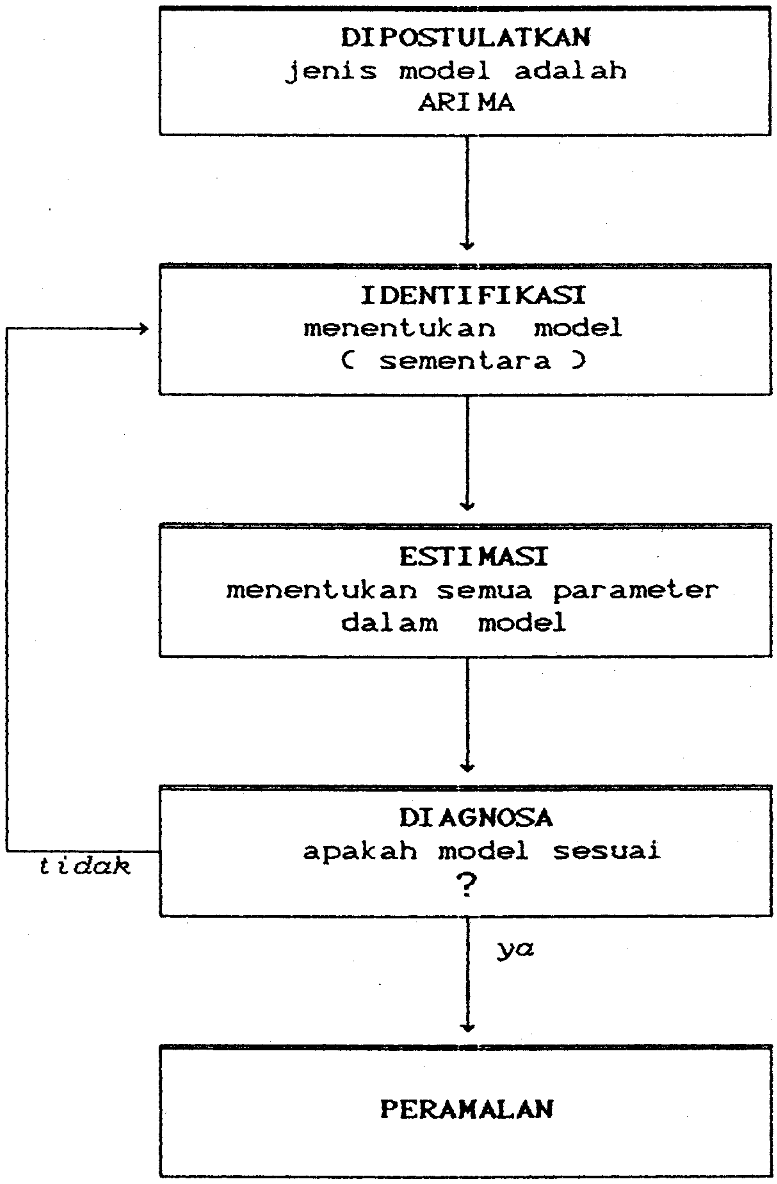
September 1990 sampai minggu terakhir bulan Oktober 1990.

Pengambilan data dilakukan secara administratif, yaitu menyalin data secara langsung (sudah ada) dari bagian pemasaran Perusahaan Daerah Wisma Karya Surabaya.

3.2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan metode Analisa Time Series, dengan menerapkan metode perumusan model yang dikembangkan oleh Box dan Jenkins (1976), atau lebih dikenal dengan nama perumusan model ARIMA. Metode ini pada dasarnya mempunyai tiga tahapan, yaitu tahap identifikasi, pendugaan parameter dan pengujian model. Tahapan-tahapan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :

Gambar 3.1. Skema Pembentukan Model (Model Building)



3.2.1. Tahap Identifikasi

Identifikasi adalah merupakan suatu prosedur untuk menentukan (secara kasar) suatu model yang mewakili data yang nantinya berguna untuk analisis lebih lanjut. Langkah awal tahap identifikasi adalah membuat plot data secara grafis. Dari plot ini dapat diduga perilaku pola data tersebut, apakah data tersebut mempunyai trend atau pengaruh musiman dan dapat dilihat apakah data stationer pada rata-rata serta stationer pada variansnya.

Untuk membantu memastikan sifat kestationeran time series digunakan korrelogram sampel. Time series dikatakan stationer jika korrelogramnya cenderung menurun (menuju nol) dan dikatakan tidak stationer jika korrelogramnya tidak cenderung menurun. Akan tetapi karena struktur autokorelasi sampel ada kemungkinan menyimpan dari struktur teoritis tersebut, maka suatu time series yang mempunyai korrelogram sampel yang menurun secara perlahan-lahan dapat dianggap sebagai time series yang tidak stationer. Dengan kata lain time series dapat dipastikan stationer hanya jika kecenderungan menurun dari korrelogram sapelnya terjadi secara cepat.

Jika data yang dianalisis ternyata bersifat tidak stationer, maka dicoba melakukan differensi, baik differensi jangka pendek (differensi reguler) ataupun differensi jangka panjang (differensi musiman). Differenci musiman ini dilakukan jika ketidak stationeran data tersebut disebabkan oleh pengaruh musiman, misalnya setelah lag dua atau tiga kali periode musim masih ada nilai autokorelasi sampel yang berbeda nyata dari nol.

Jika dengan cara differensi tidak menghasilkan series yang stationer, maka dilakukan transformasi data, kemudian diikuti differensi sampai mendapatkan series yang stationer.

Selanjutnya setelah didapatkan data yang stationer, dapat ditentukan jenis yang kira-kira sesuai bagi series stationer tersebut. Hal ini dimaksudkan apakah model tersebut AR murni, MA murni, model campuran atau model yang bersifat multiplikatif.

Mengingat bahwa model-model AR, MA atau model campuran tersebut masing-masing mempunyai struktur autokorelasi dan autokorelasi parsial yang bersifat khas, maka identifikasi model dapat dilakukan dengan memeriksa karakteristik fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial secara bersama-sama.

3.2.2. Tahap Estimasi

Estimasi parameter merupakan langkah kedua dalam melaksanakan proses strategi pembentukan model. Dari tahap identifikasi akan didapatkan rumusan sementara bentuk model bagi series asli Z_t. Masalah berikutnya adalah melakukan perhitungan untuk menaksir parameter-parameter dalam model ARIMA untuk model yang telah ditentukan.

Hasil yang diperoleh dari perhitungan ini dapat dipakai untuk memeriksa apakah model sudah memenuhi syarat-syarat yang sudah ditetapkan dalam model ARIMA. Dalam hal ini dilakukan pengujian terhadap parameter model dengan hipotesa sebagai berikut :

Ho : estimasi parameter = 0

H_1 : $\overline{Ho}$

Pengujian hipotesa ini dilakukan dengan menghitung statistik iji t-ratio, yaitu :

$$t_{hitung} = \frac{\text{estimasi parameter}}{\text{S.E parameter}}$$

Dengan menggunakan α = 5 % maka diperoleh :

$|t_{hitung}| \leq t_{(\alpha/2\ ;\ n-1)}$ maka Ho diterima

$|t_{hitung}| > t_{(\alpha/2\ ;\ n-1)}$ maka Ho ditolak

Bila Ho diterima berarti parameter tidak significant dan sebaliknya berarti parameternya cukup significant pada α = 5 % .

Penentuan konstanta ini perlu perlu dimasukkan, jika hasil model yang diterima tidak dideferensikan (*Box and Jenkins, 1976*), misal model ARIMA(1,0,0) dengan model matematisnya adalah $Z_t = C + ø(B) + a_t$. Hal ini dapat terjadi jika rata-rata time series tidak nol maka perlu memasukkan konstanta tersebut. Pengujian nilai tengah adalah sebagai berikut :

Hipotesa :

Ho : μ sama dengan nol

H_1 : μ tidak sama dengan nol

Pengujian hipotesa ini dilakukan dengan menghitung statistik uji t-ratio, yaitu :

$$\text{t-ratio} = \frac{\bar{W}}{\delta_{\bar{W}}}$$

dimana : $\bar{W}$ adalah mean dari series yang stationer

$\delta_{\bar{W}}$ adalah standard deviasi

$$\bar{W} = \frac{\sum_{t=1}^{n} W_t}{n}$$

$$\delta_t = n \; \frac{\sum_{t=1}^{n} W_t^{\,2} - \left(\sum_{t=1}^{n} W_t \right)^2}{n\,(n-1)}$$

dalam hal ini n adalah banyaknya pengamatan series yang stationer W_t.

Dengan menggunakan taraf nyata α, maka keputusan bagi pengujian tersebut adalah :

t-ratio $\leq t_{(\alpha/2\,;\,n-1)}$ maka Ho diterima

t-ratio $> t_{(\alpha/2\,;\,n-1)}$ maka Ho ditolak

Jika Ho ditolak maka perlu memasukkan konstanta ke dalam model dan sebaliknya bila Ho diterima maka tidak perlu memasukkan konstanta ke dalam model.

3.2.3. Tahap Pengujian Model

Langkah terakhir dari masalah perumusan model adalah memeriksa kesesuaian kesesuaian model tersebut bagi data yang dianalisis. Cara yang sering digunakan dalam pengujian model time series ialah pemeriksaan residual.

Selain itu karena model ini digunakan untuk peramalan maka dilakukan evaluasi terhadap hasil peramalannya, selanjutnya penentuan model terbaik dilakukan dengan mempertimbangkan hasil kedua cara pengujian di atas.

Pemeriksaan residual model dilakukan dengan menggunakan uji statistik Q Ljung-Box, dimana suatu model dikatakan sesuai jika residual yang dihasilkan sudah bersifat menyerupai White noise, yaitu tidak saling berkorelasi atau sudah bersifat bebas.

Evaluasi peramalan dilakukan dengan menghitung prosentase penyimpangan nilai ramalan terhadap data actual (kenyataan). Disamping itu dengan memeriksa apakah data actual tersebut masuk dalam selang peramalan (pada tingkat kepercayaan 95 %). Evaluasi peramalan ini dilakukan jika pengujian kebebasan residual menunjukkan bahwa model sesuai. Selanjutnya yang dipilih sebagai model terbaik adalah model yang mempunyai penyimpangan terkecil dengan selang kepercayaan yang sempit.

Apabila model yang dihasilkan belum dapat dipastikan sebagai model yang paling baik, maka dilakukan *overfitting*, yaitu dicobakan beberapa model alternatif. Apabila diduga bahwa mungkin diperlukan model yang lebih luas, maka dapat dilakukan overfitting model lain dengan parameter-parameter ekstra, dan selanjutnya dilihat apakah model ini benar-benar lebih unggul.

Misalnya jika model yang dibangkitkan pertama kali' adalah ARIMA(1,d,0), maka akan dicobakan model ARIMA(2,d,0) atau ARIMA(1,d,1) atau bentuk-bentuk yang lainnya.

3.2.4. Peramalan

Peramalan dilakukan jika model yang dibangkitkan telah melalui tahap pengujian dan dinyatakan sebagai model yang layak dipakai untuk peramalan. Hal ini penting agar ramalan yang diperoleh dapat mendekati nilai actualnya.

Setelah mendapatkan model yang sesuai, dengan memasukkan data yang ada dapat dihitung nilai ramalan sampai periode waktu yang diharapkan.

Sebagai contoh jika model peramalan adalah ARIMA(1,0,0) :

$$(1-\emptyset_1 B)\ Z_t = \mu + a_t$$

$$Y_t - \emptyset_1 Z_{t-1} = \mu + a_t$$

Model taksiran untuk peramalan adalah :

$$\hat{Z}_t = \mu + \emptyset_1 Z_{t-1}$$

BAB IV
ANALISA DATA

4.1. ANALISA DATA PENJUALAN GENTENG WUWUNG

Berdasarkan data mingguan penjualan genteng Wuwung di Perusahaan Daerah Wisma Karya, yaitu mulai minggu pertama bulan Januari 1988 sampai minggu kedua bulan September 1990 dapat dibuat ringkasan statistik sebagai berikut :

Tabel 4.1. Data Statistik Penjualan Genteng Wuwung di Perusahaan Daerah Wisma Karya Surabaya

rata-rata	1238.71
varians	1048780.1
standard deviasi	1024.1
nilai minimum	209
nilai maksimum	10058
range	9849
kuartil bawah	805
kuartil atas	1501
median	1120.5

Dari (*tabel 4.1.*) tersebut diatas terlihat bahwa data penjualan genteng Wuwung mempunyai varians yang sangat besar, sehingga perlu dilakukan transformasi agar diperoleh data dengan varians yang kecil. Dalam hal ini transformasi yang dilakukan adalah transformasi Logaritma Natural. Dengan transformasi tersebut diperoleh hasil statistik sebagai berikut :

Tabel 4.2. Data Statistik Penjualan Genteng Wuwung di Perusahaan Daerah Wisma Karya Setelah Ditransformasi Logaritma Natural

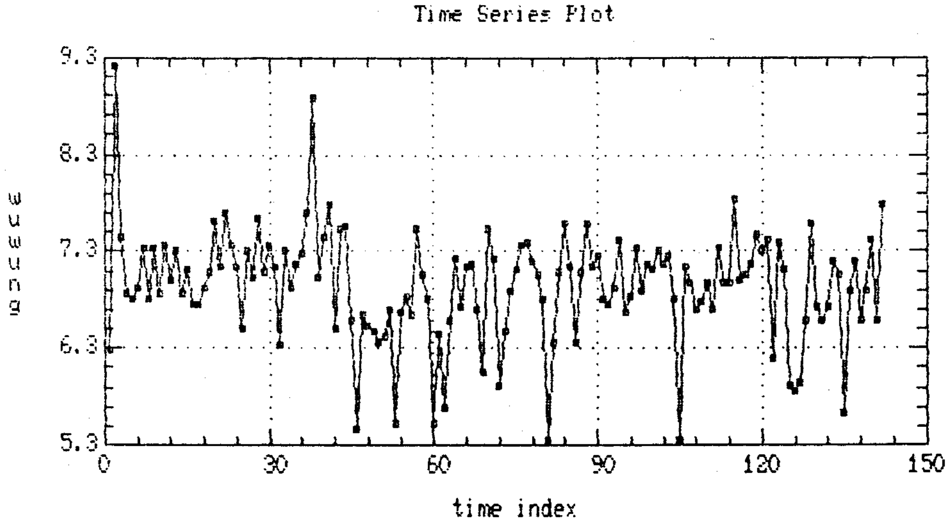
rata-rata	6.94784
varians	0.33169
standard deviasi	0.57616
nilai minimum	5.34233
nilai maksimum	9.21612
range	3.87379
kuartil bawah	6.69084
kuartil atas	7.31389
median	7.02149

Untuk selanjutnya dari data yang telah ditransformasi tersebut dibuatkan suatu model berdasarkan Analisa Time Series.

4.1.1. Identifikasi

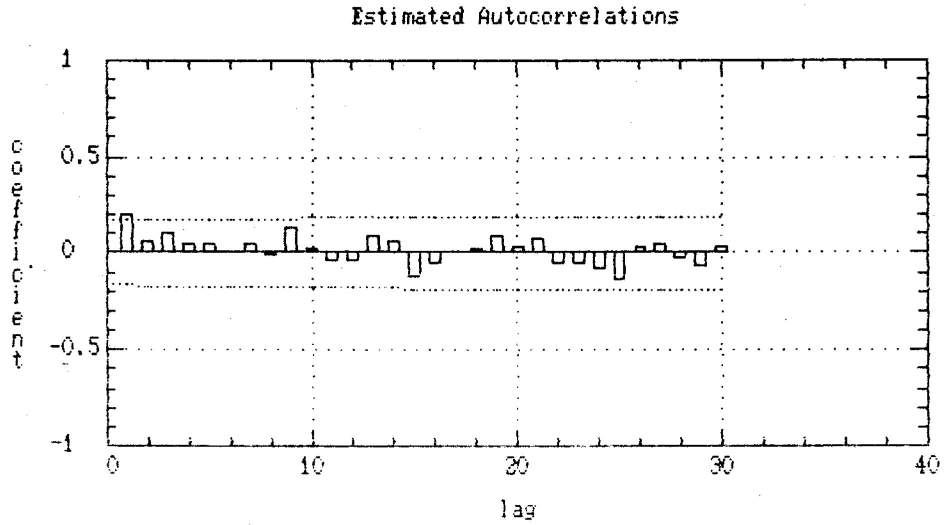
Sebagai dasar penyusunan model ARIMA, maka time series harus memenuhi syarat stationer. Untuk itu perlu dilihat plot series dari data penjualan genteng Wuwung yang telah ditransformasi logaritma natural.

Gambar 4.1. Time Series Plot Penjualan Genteng Wuwung Setelah Ditransformasi

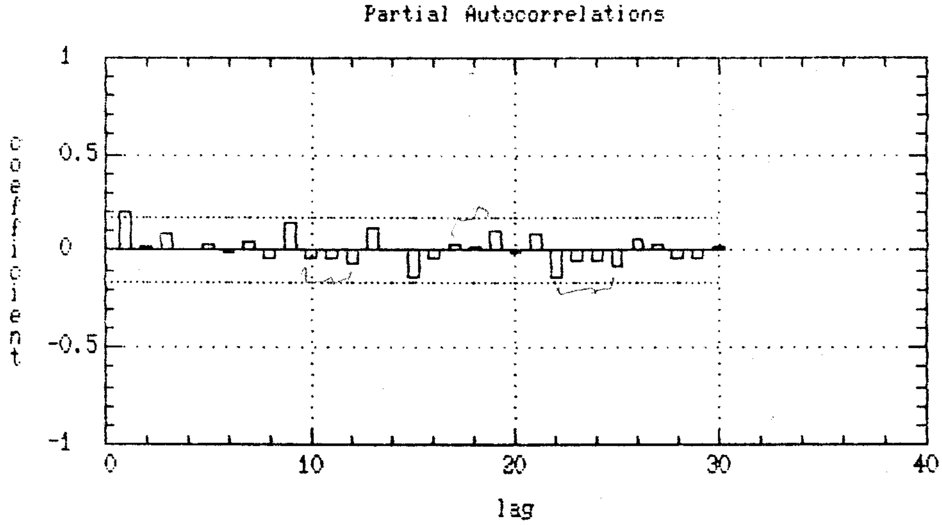


Dari hasil plot data diatas terlihat bahwa fluktuasi penjualan genteng Wuwung sudah berada pada rata-rata dan variansnya. Hal ini menunjukkan bahwa data sudah stationer. Untuk lebih memperjelas dapat dilihat pada plot autokorelasi sampel dan plot autokorelasi parsialnya.

Gambar 4.2. Fungsi Autokorelasi Sampel untuk Data Penjualan Genteng Wuwung



Gambar 4.3. Fungsi Autokorelasi Parsial Sampel untuk Data Penjualan Genteng Wuwung



Dari kedua gambar diatas, baik fungsi autokorelasi sampel (ACF) maupun fungsi autokorelasi parsial (PACF) terlihat adanya dukungan terhadap kestationeran data. Karena pada gambar autokorelasi parsial sampel (PACF) terlihat bahwa nilai estimasinya pada lag pertama berbeda nyata dengan nol, kemudian terpotong (cutt off). Pada fungsi autokorelasi sampel (ACF) serta fungsi autokorelasi parsial (PACF) seperti ini diduga merupakan salah satu ciri dari model Autoregresif (AR). Dalam hal ini karena nilai estimasinya yang berbeda nyata dengan nol hanya pada lag pertama, maka model dugaan awal yang dimaksud adalah AR(1) atau ARIMA(1,0,0).

4.1.2. Perumusan Model

Beranjak dari tahap identifikasi diatas akhirnya dapat ditarik kesimpulan sementara bahwa pola time series dari penjualan genteng Wuwung di Perusahaan Daerah Wisma Karya adalah autoregresif dengan orde satu. Secara singkat model tersebut dapat ditulis dengan ARIMA(1,0,0) dengan model perumusan sebagai berikut :

$$(1 - \phi_1 B)(Z_t - \mu) = a_t$$

$$Z_t = \mu' + \phi_1 B + a_t$$

4.1.3. Penaksiran Parameter Model ARIMA(1,0,0)

Model ARIMA(1,0,0) merupakan model sementara yang diperoleh pada tahap identifikasi. Setelah dilakukan penaksiran terhadap parameternya, maka model tersebut dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z_t = 5.5139 + 0.20639\ Z_{t-1} + a_t$$

Hasil penaksiran parameter selengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.3. Estimasi Parameter model ARIMA(1,0,0) pada Deret Penjualan Genteng Wuwung

Parameter	Estimasi	Std Error	t_{ratio}	Prob (|t|<)
ϕ_1	*0.20639*	*0.08363*	*2.46774*	*0.01481*
μ mean	*6.94782*	*0.05974*	*116.2947*	*0.000*

Estimate White Noise Variance = *0.3232535*

d.f = *139*

Chi-Square (20) = *11.6369*

Probabilitas White Noise = *0.900554*

Dari (*tabel 4.3.*) diatas terlihat bahwa probabilitas level dari parameter AR(1) lebih kecil α = 5 % . Hal ini menunjukkan bahwa parameter tersebut significant. Sedangkan probabilitas level dari mean lebih kecil dari α = 5 % artinya konstanta mean ini significant. Untuk lebih meyakinkan dapat diuji memakai t-statistik.

4.1.4. Pengujian Parameter Model ARIMA(1,0,0)

Pengujian parameter model ARIMA(1,0,0) dari deret penjualan genteng Wuwung dilakukan dengan menggunakan uji t-statistik, dengan hipotesa sebagai berikut :

$H_0 \; : \; \emptyset_1 = 0$

$H_1 \; : \; \emptyset_1 \neq 0$

uji statistik :

$t_{hitung} = 2.46774$

$t_{tabel} = 1.645$

Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak, yang artinya parameter $\emptyset_1$ cukup significant pada α = 5 %.

Pengujian parameter meannya dapat dilakukan dengan hipotesa sebagai berikut :

$H_0 \; : \; \mu = 0$

$H_1 \; : \; \mu \neq 0$

Uji statistik :

$t_{hitung} = 116.29467$

$t_{tabel} = 1.645$

Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak, yang artinya parameter mean cukup significant pada $\alpha = 5$ %.

Disamping pengujian diatas juga harus diperhatikan syarat kestationeran yang harus dipenuhi untuk model ARIMA(1,0,0). Kestationeran untuk model ARIMA(1,0,0) telah memenuhi syarat, karena taksiran dari parameternya bernilai diantara $-1 < \emptyset_1 = 0.20639 < 1$.

4.1.5. Diagnostik Cek

Untuk melihat apakah suatu model baik dipakai sebagai model peramalan, dengan artian residual model tersebut tidak bias atau dapat dikatakan bahwa residual tersebut white noise dan derdistribusi Normal $N(0,\sigma^2)$.

Hipotesis :

H_0 : $\rho_1 = \rho_2 = \ldots = \rho_{20}$

H_1 : **Paling sedikit ada satu harga ρ_k yang tidak sama dengan nol.**

Uji Statistik :

$Q = 11.6369$

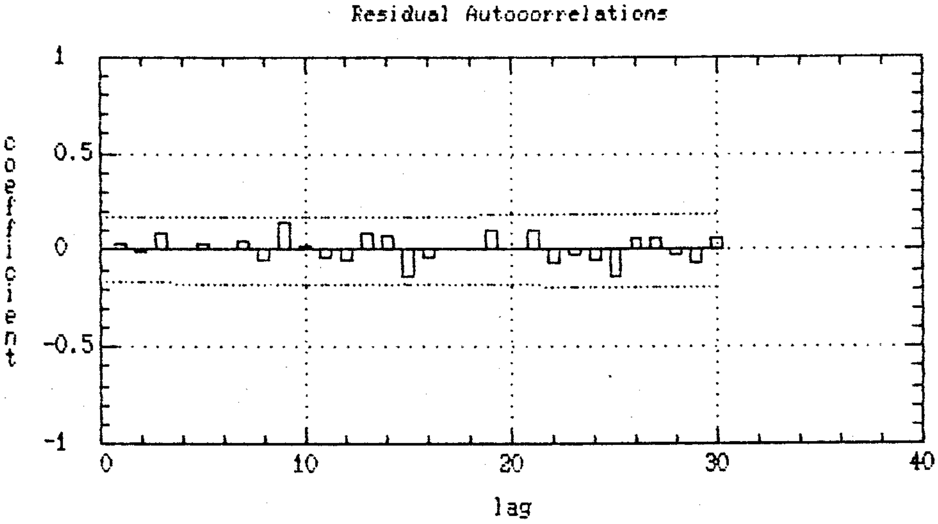
$\chi^2_{(19,0.05)} = 30.1435$

Karena $Q < \chi^2_{(19,0.05)}$ maka H_0 diterima, yang artinya residual dari model tersebut adalah independent dengan $\alpha = 5$ % dan probabilitas white noise = 0.900554.

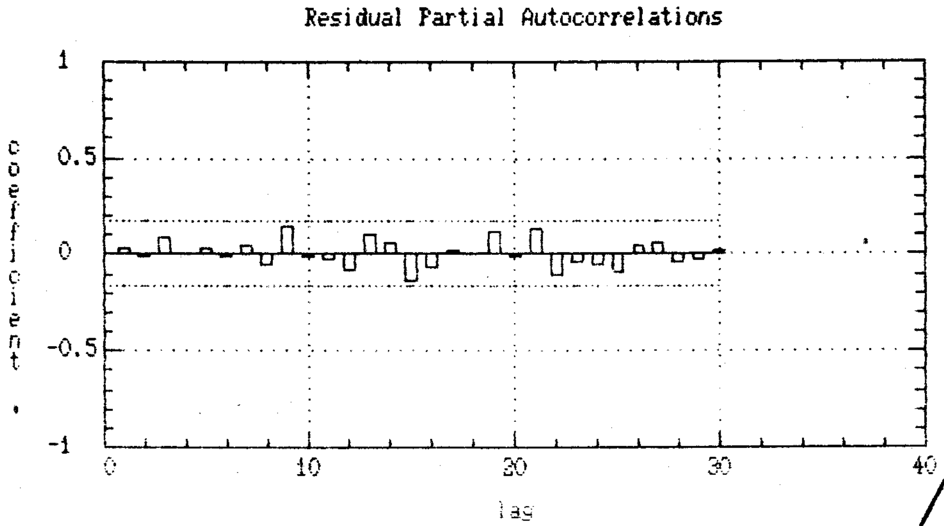
Untuk memperjelas pengujian diatas dapat dilihat dari grafik fungsi autokorelasi residual (RACF) dan fungsi autokorelasi parsial residual (RPACF) untuk model

ARIMA(1,0,0), yaitu pada (*gambar 4.4.*) dan (*gambar 4.5.*).

Gambar 4.4. Grafik Fungsi Autokorelasi Residual untuk Model ARIMA(1,0,0)



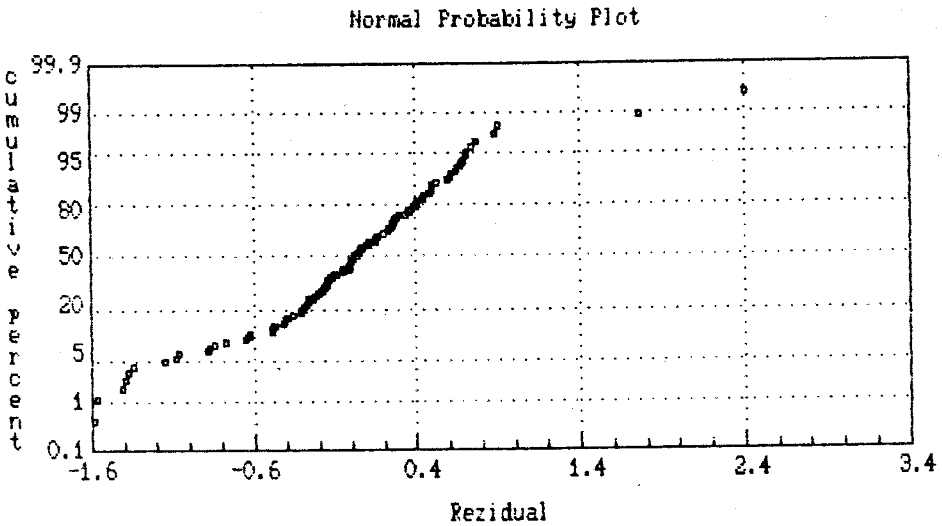
Gambar 4.5. Grafik Fungsi Parsial Autokorelasi Residual untuk Model ARIMA(1,0,0)



Dari kedua gambar tersebut terlihat bahwa pada semua time lag yang tampak pada gambar masuk pada batas interval. Hal ini berarti bahwa residual pada tiap time lagnya adalah independent.

Untuk membuktikan apakah residual dari model ARIMA(1,0,0) berdistribusi normal $N(0,\sigma^2)$ dapat dilihat dari normal probability plot pada (*gambar 4.6.*).

Gambar 4.6. Plot Normal Residual Model ARIMA(1,0,0)



Dari gambar tersebut terlihat bahwa plot cenderung membentuk garis lurus. Hal ini menunjukkan bahwa residual berdistribusi normal $N(0,\sigma^2)$, sehingga model ARIMA(1,0,0) bisa dipakai sebagai model peramalan dari deret penjualan genteng Wuwung.

4.1.6. Evaluasi Peramalan

Untuk memeriksa kemantapan model, maka dilakukan evaluasi peramalan dengan menggunakan data pengamatan enam bulan terakhir, yaitu data mulai minggu ketiga bulan September 1990 sampai minggu terakhir bulan Oktober 1990.

Tabel 4.4. Hasil Evaluasi Peramalan Model ARIMA(1,0,0)

Periode	Min	Ramalan	Max	Actual	Simpangan
143	486	1235	3761	1276	3.2 %
144	346	1078	3360	1132	4.7 %
145	336	1049	3270	976	7.37 %
146	334	1042	3252	1107	5.87 %
147	334	1041	3248	927	12.29 %
148	334	1041	3247	1133	8.2 %
Rata-rata Penyimpangan					**6.93 %**

1276
1235
1235) 1276
1235
41

Evaluasi model tersebut menunjukkan bahwa hasil peramalan jika dibandingkan dengan realisasi masuk dalam selang peramalan dan rata-rata penyimpangan adalah sebesar 6.93 %. Dari kenyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa model tersebut baik digunakan sebagai model peramalan.

4.1.7. Overfitting

Untuk memastikan apakah model yang telah dihasilkan merupakan model yang terbaik, maka digunakan perbandingan dengan model alternatif yang lain.

1. Model ARIMA(0,0,1)

   Pembangkitan model ini masih berdasarkan pada Fungsi Autokorelasi Sampel (ACF) dan Fungsi Autokorelasi Parsial Sampel (PACF). Pada gambar autokorelasi sampel tampak ada lag yang menonjol kemudian terpotong (cut off). Adanya keadaan ini memberikan petunjuk untuk dimasukkannya parameter MA kedalam model.

   - *Perumusan Model*

     Perumusan model untuk ARIMA(0,0,1) dapat ditulis sebagai berikut :

     $$(Z_t - \mu) = (1 - \theta_1 B)\, a_t$$

     $$Z_t = \mu + a_t - \theta_1\, a_{t-1}$$

   - *Penaksiran Parameter Model*

     Hasil pendugaan parameter dai model ARIMA(0,0,1) dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.5. Estimasi Parameter model ARIMA(0,0,1) pada Deret Penjualan Genteng Wuwung

Parameter	Estimasi	Std Error	t_{ratio}	Prob (|t|<)
θ_1	-0.20515	0.08925	-2.43513	0.01481
μ	6.94782	0.05734	121.16926	0.000

Estimate White Noise Variance = 0.322942

d.f = 139

Chi-Square (20) = 11.7473

Probabilitas White Noise = 0.89614

Dari hasil penaksiran parameter diatas, model ARIMA(0,0,1) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z_t = 6.94782 + 0.20515\ a_{t-1} + a_t$$

Untuk model Moving Averages (MA), parameter model harus memenuhi syarat invertibilitas. Dari (*Tabel 4.5.*) diatas terlihat bahwa syarat tersebut sudah terpenuhi, yaitu $-1 < (\theta_1 = -0.20515) < 1$.

- *Pengujian Parameter Model*

Untuk mengetahui apakah parameter model cukup significant atau tidak digunakan uji t-statistik dengan hipotesa sebagai berikut :

$H_0 : \theta_1 = 0$

$H_1 : \theta_1 \neq 0$

Uji statistik :

$$t_{hitung} = -2.43513$$

$$t_{tabel} = 1.645$$

Karena $| t_{hitung} | > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak, yang artinya parameter model cukup significant. Atau dengan kata lain parameter θ_1 harus ada dalam model.

Untuk pengujian parameter mean (μ) dilakukan pengujian dengan hipotesa sebagai berikut :

H_0 : $\mu = 0$

H_1 : $\mu \neq 0$

Uji statistik :

$$t_{hitung} = 121.16926$$

$$t_{tabel} = 1.645$$

Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka H_0 ditolak. Hal ini berarti bahwa mean (μ) cukup significant.

Dari pengujian-pengujian tersebut, maka model ARIMA(0,0,1) dapat dikatakan sebagai model yang benar.

- *Diagnostik Cek*

Untuk melihat apakah model ARIMA(0,0,1) merupakan suatu model yang baik, maka dilakukan uji residual dengan hipotesa sebagai berikut :

H_0 : $\rho_1 = \rho_2 = \ldots = \rho_{20} = 0$

H_1 : Minimal ada satu harga ρ_k yang tidak sama dengan nol.

Uji statistik :

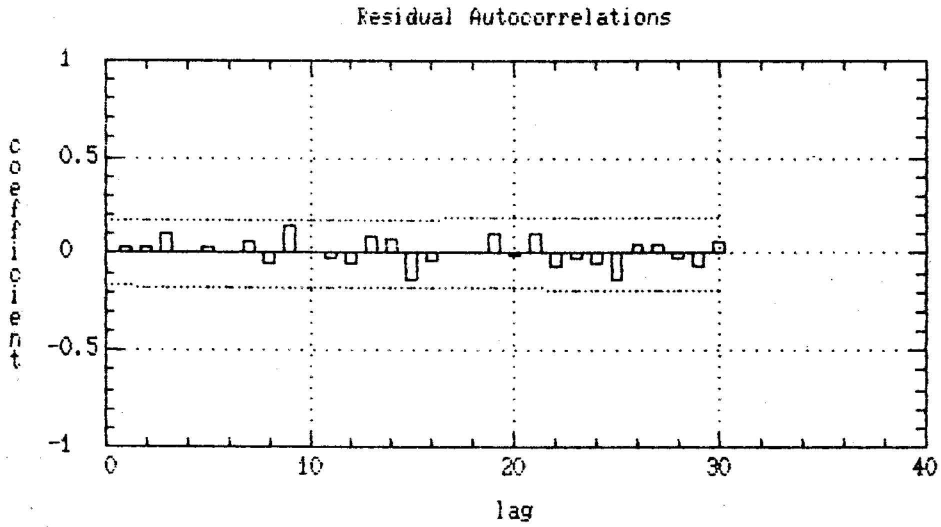
$$Q = 121.6926$$

$$\chi^2_{(19,0.05)} = 30.145$$

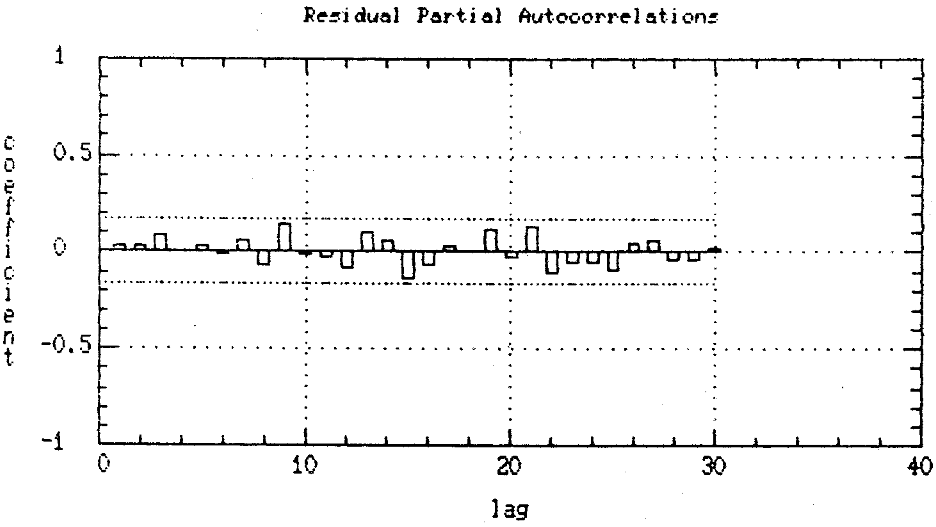
Karena $Q < \chi^2_{(19,0.05)}$ maka H_o diterima, yang berarti residual dari model ARIMA(0,0,1) adalah independent pada α = 5 % dengan probabilitas white noise 0.89614.

Untuk memperjelas pengujian diatas dapat dilihat dari grafik fungsi autokorelasi residual (RACF) dan fungsi parsial autokorelasi residual (RPACF) untuk model ARIMA(0,0,1), yaitu pada (*gambar 4.7.*) dan (*gambar 4.8.*).

Gambar 4.7. Grafik Fungsi Autokorelasi Residual untuk Model ARIMA(0,0,1)

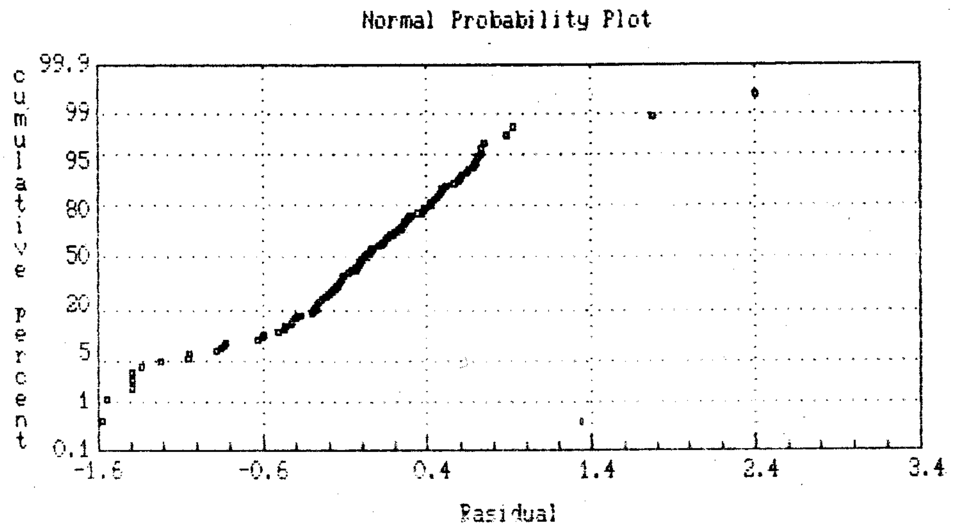


Gambar 4.8. Grafik Fungsi Autokorelasi Parsial Residual Model ARIMA(0,0,1)



Untuk membuktikan apakah residual dari model ARIMA(0,0,1) berdistribusi normal N(0,σ^2) dapat dilihat dari plot normal pada (*gambar 4.9.*)

Gambar 4.9. Plot Normal Residual dari Model ARIMA(0,0,1)



- *Evaluasi Peramalan Model ARIMA(0,0,1)*

Evaluasi peramalan untuk model ARIMA(0,0,1) dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.6. Hasil Evaluasi Peramalan Model ARIMA(0,0,1)

Periode	Min	Ramalan	Max	Actual	Simpangan
143	413	1258	3832	1276	1.41 %
144	333	1040	3243	1132	8.10 %
145	333	1040	3243	976	6.59 %
146	333	1040	3243	1107	6.02 %
147	333	1040	3243	927	12.22 %
148	333	1040	3243	1133	8.18 %
Rata-rata Penyimpangan					7.09 %

Dari evaluasi peramalan (*tabel 4.6.*) tampak bahwa hasil peramalan berada dalam selang peramalan dengan rata-rata penyimpangan terhadap nilai actualnya adalah 7.1 %. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model ARIMA(0,0,1) cukup baik digunakan untuk peramalan.

2. **Model ARIMA(1,0,1)**

Model ini dicoba dengan menambahkan satu parameter MA sebagai bahan perbandingan untuk mendapatkan model yang paling baik.

- *Perumusan Model*

Perumusan model untuk ARIMA(1,0,1) dapat ditulis sebagai berikut :

$$(1 - \emptyset_1 B)(Z_t - \mu) = (1 - \theta_1 B)\, a_t$$

$$Z_t = \mu^{*} + \emptyset_1 Z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

- *Penaksiran Parameter Model*

Hasil taksiran parameter dari model ARIMA(1,0,1) dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.7. Estimasi Parameter model ARIMA(1,0,1) pada Deret Penjualan Genteng Wuwung

Parameter	Estimasi	Std Error	t_{ratio}	Prob (|t|<)
$\emptyset_1$	0.20639	0.08363	2.46774	0.01481
θ_1	-0.09879	0.3933	-0.25118	0.80205
μ	6.94782	0.05974	116.2947	0.000

Estimate White Noise Varianve = *0.3232535*

d.f = *139*

Chi-Square (20) = *11.6369*

Probabilitas White Noise = *0.900554*

Dari hasil penaksiran parameter diatas, maka model ARIMA(1,0,1) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z_t = 6.18872 + 0.20639\ \emptyset_1 + 0.09879\ \theta_1 + a_t$$

Dari (*tabel 4.7.*) dapat diketahui bahwa model tersebut sudah memenuhi syarat stationeritas dan invetibelitas model ARIMA, yaitu :

$$-1 < (\phi_1 = \overset{0,20639}{\cancel{0.10926}}) < 1$$

$$-1 < (\theta_1 = -0.09879) < 1$$

- *Pengujian Parameter*

Pengujian parameter AR(1) untuk model ARIMA(1,0,1) dilakukan dengan uji t-statistik dengan hipotesa sebagai berikut :

$H_0 : \phi_1 = 0$

$H_1 : \phi_1 \neq 0$

Uji tatistik :

$t_{hitung} = 0.27628$

$t_{tabel} = 1.645$

Karena $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka Ho diterima, yang artinya parameter ϕ_1 tidak significant.

Pengujian parameter MA(1) dilakukan dengan hipotesa sebagai beikut :

$H_0 : \theta_1 = 0$

$H_1 : \theta_1 \neq 0$

Uji statistik :

$t_{hitung} = -0.25118$

$t_{tabel} = 1.645$

Karena $| t_{hitung} | < t_{tabel}$ maka Ho diterima, yang artinya parameter θ_1 tidak significant.

Untuk pengujian parameter mean (μ) digunakan hipotesa sebagai berikut :

$H_0 \; : \; \mu = 0$

$H_1 \; : \; \mu \neq 0$

Uji statitik :

$t_{hitung} = 115.96355$

$t_{tabel} = 1.645$

Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka Ho ditolak, yang artinya parameter mean (μ) significant.

Berdasarkan pengujian-pengujian parameternya, maka dapat disimpulkan bahwa model ARIMA(1,0,1) bukan merupakan model yang baik.

Dari tiga model yang diajukan, maka model ARIMA(1,0,0) merupakan model terbaik. Hal ini didasarkan pada kecilnya nilai rata-rata penyimpangan hasil peramalan terhadap nilai actualnya.

4.2. ANALISA DATA PENJUALAN GENTENG KODOK

Kondisi umum penjualan genteng Kodok di Perusahaan Daerah Wisma Karya selama pengamatan, yaitu mulai minggu pertama bulan Januari 1987 sampai minggu kedua bulan September 1990 dapat digambarkan dalam ringkasan statistik sebagai berikut :

Tabel 4.8. Data Statistik Penjualan Genteng Kodok di Perusahaan Daerah Wisma Karya Surabaya

rata-rata	30160.1
varians	269780625
standard deviasi	16425
nilai minimum	3955
nilai maksimum	103283
range	99328
kuartil bawah	18075
kuartil atas	38500
median	28200

Untuk mendapatkan data dengan range yang pendek serta varians yang kecil, maka deret penjualan genteng Kodok tersebut perlu ditransformasi. Dalam hal ini jenis transformasi yang dipakai adàlah tranformasi Logaritma Natural. Dengan transformasi tersebut diperoleh hasil sebagai berikut :

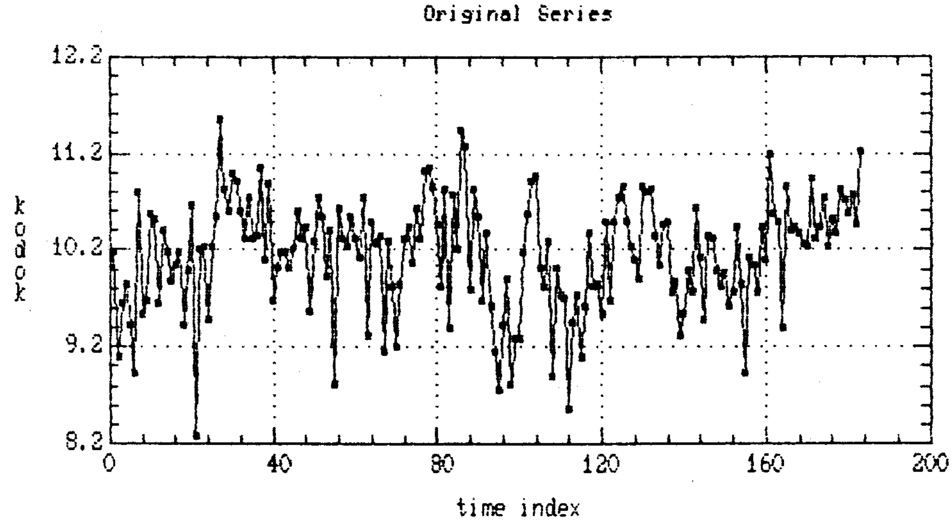
Tabel 4.9. Data Statistik Penjualan Genteng Wuwung di Perusahaan Daerah Wisma Karya Surabaya Setelah Ditransformasi Logaritma Natural

rata-rata	10.1616
varians	0.337389
standard deviasi	0.580852
nilai minimum	8.28274
nilai maksimum	11.5452
range	3.26249
kuartil bawah	9.80229
kuartil atas	10.5584
median	10.2471

4.2.1. Identifikasi

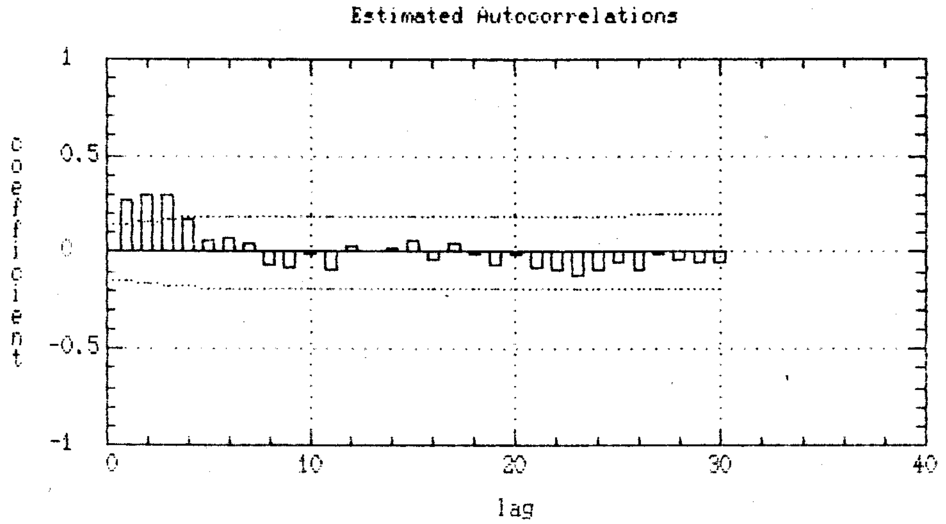
Untuk melihat kestationeran data penjualan genteng Kodok, maka perlu melihat plot series dari data penjualan genteng Kodok yang telah ditransformasi Logaritma Natural.

Gambar 4.10. Time Series Plot Penjualan Genteng Kodok Setelah Ditransformasi Logaritma Natural

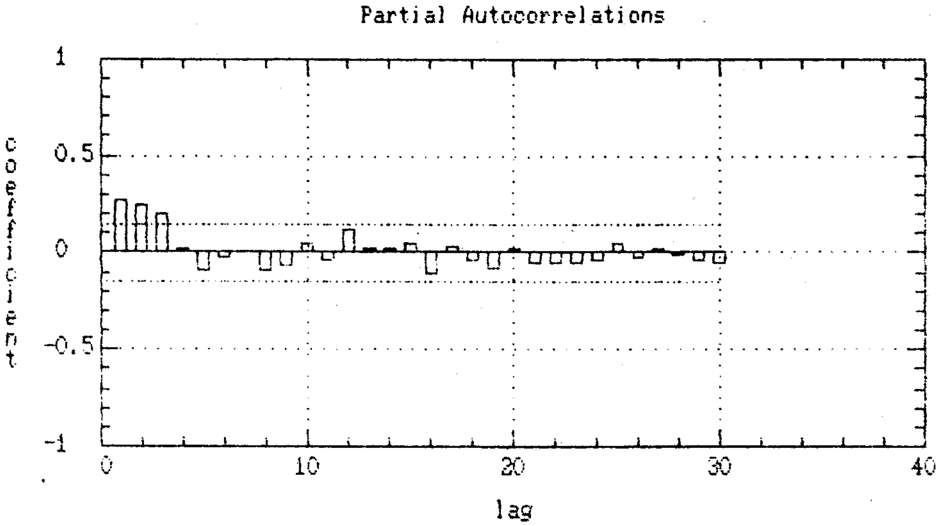


Dari (*gambar 4.10*) diatas terlihat bahwa data penjualan genteng Kodok sudah berada disekitar rata-ratanya. Hal ini menunjukkan bahwa data sudah stationer, sehingga analisa selanjutnya dapat dilakukan.

Gambar 4.11. Grafik Fungsi Autokorelasi Deret Penjualan Genteng Kodok



Gambar 4.12. Grafik Fungsi Autokorelasi Parsial Deret Penjualan Genteng Kodok



Pada plot autokorelasi parsial (*gambar 4.12.*) terlihat adanya cut off pada lag satu, dua dan tiga. Sedang pada plot autokorelasi (*gambar 4.11.*) mempunyai pola yang mengekor (mengecil menuju nol). Pada Fungsi Autokorelasi (ACF) dan Fungsi Autokorelasi Parsial (PACF) seperti ini diduga merupakan salah satu ciri dari model Autoregresif. Karena nilai estimasi yang berbeda nyata dengan nol pada lag satu sampai lag tiga, maka model dugaan awal yang dimaksud adalah ARIMA(3,0,0).

4.2.2. Perumusan Model ARIMA(3, 0, 0)

Dari tahap identifikasi diatas dapat ditarik kesimpulan sementara bahwa model time series untuk deret penjualan genteng Kodok adalah ARIMA(3,0,0) dengan perumusan model sebagai berikut :

$$Z_t = \mu' + \emptyset_1 Z_{t-1} + \emptyset_2 Z_{t-2} + \emptyset_3 Z_{t-3} + a_t$$

4.2.3. Penaksiran Parameter Model ARIMA(3,0,0)

Setelah dilakukan penaksiran parameter, model ARIMA(3,0,0) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z_t = 4.35158 + 0.16566\ Z_{t-1} + 0.20245\ Z_{t-2} + 0.20365\ Z_{t-3} + a_t$$

Hasil penaksiran parameter selengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.10. Estimasi Parameter model ARIMA(3,0,3) pada Deret Penjualan Genteng Kodok

Parameter	Estimasi	Std Error	t_{ratio}	Prob (|t|<)
$\emptyset_1$	0.16566	0.07433	2.22863	0.02710
$\emptyset_2$	0.20245	0.07393	2.73841	0.00681
$\emptyset_3$	0.20365	0.07458	2.73082	0.00698
μ	10.15939	0.08853	114.7580	0.00000

Estimate White Noise Varianve = 0.290199

d.f = 176

Chi-Square (20) = 10.1017

Probabilitas White Noise = 0.899291

Dari (*tabel 4.10.*) diatas terlihat bahwa syarat stationeritas model ARIMA sudah terpenuhi, yaitu :

$-3 < (\emptyset_1 = 0.16566) < 3$

$-3 < (\emptyset_2 = 0.20245) < 3$

$-1 < (\emptyset_3 = 0.20365) < 1$

4.2.4. Pengujian Parameter Model ARIMA(3,0,0)

Pengujian parameter model ARIMA(3,0,0) dari deret penjualan genteng Kodok dilakukan dengan uji t-statistik.

Pengujian Parameter AR(1)

Hipotesa :

$H_0 : \emptyset_1 = 0$

$H_1 : \emptyset_1 \neq 0$

Uji statistik :

$t_{hitung} = 2.22863$

$t_{tabel} = 1.9600$

Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak, yang artinya parameter $\emptyset_1$ significant dalam model.

Pengujian Parameter AR(2)

Hipotesa :

$H_0 : \emptyset_2 = 0$

$H_1 : \emptyset_2 \neq 0$

Uji statistik :

$t_{hitung} = 2.73841$

$t_{tabel} = 1.9600$

Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak, yang artinya parameter $\emptyset_2$ significant dalam model.

Pengujian Parameter AR(3)

Hipotesa :

H_0 : $\emptyset_3 = 0$

H_1 : $\emptyset_3 \neq 0$

Uji statistik :

$t_{hitung} = 2.73082$

$t_{tabel} = 1.9600$

Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak, yang artinya parameter $\emptyset_3$ significant dalam model.

Pengujian Parameter Mean (μ)

Hipotesa :

H_0 : $\mu = 0$

H_1 : $\mu \neq 0$

Uji statistik :

$t_{hitung} = 114.7580$

$t_{tabel} = 1.9600$

Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak, yang artinya parameter μ significant dalam model.

Dari pengujian-pengujian tersebut diatas maka model ARIMA(3,0,0) merupakan model yang significant untuk data penjualan genteng Kodok.

4.2.5. Diagnostik Cek

Suatu model dikatakan sesuai jika residual yang dihasilkan bersifat white noise, yaitu tidak saling berkorelasi dan berdistribusi Normal $N(0,\sigma^2)$. Pemeriksaan sifat residual tersebut dilakukan dengan hipotesa sebagai berikut :

H_0 : $\rho_1 = \rho_2 = \ldots = \rho_{20} = 0$

H_1 : Paling sedikit ada satu harga ρ_k yang tidak sama dengan 0

Uji statistik :

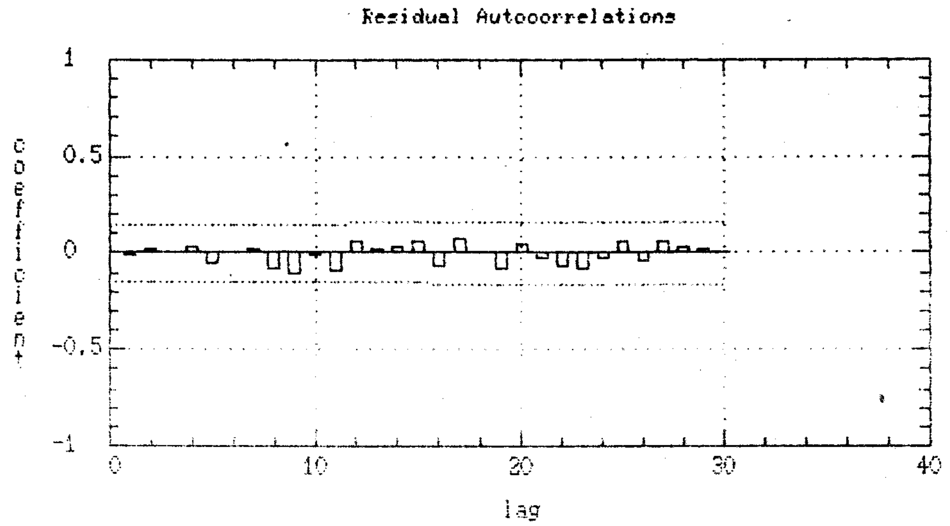
$Q = 10.1017$

$\chi^2_{(19,0.05)} = 30.1435$

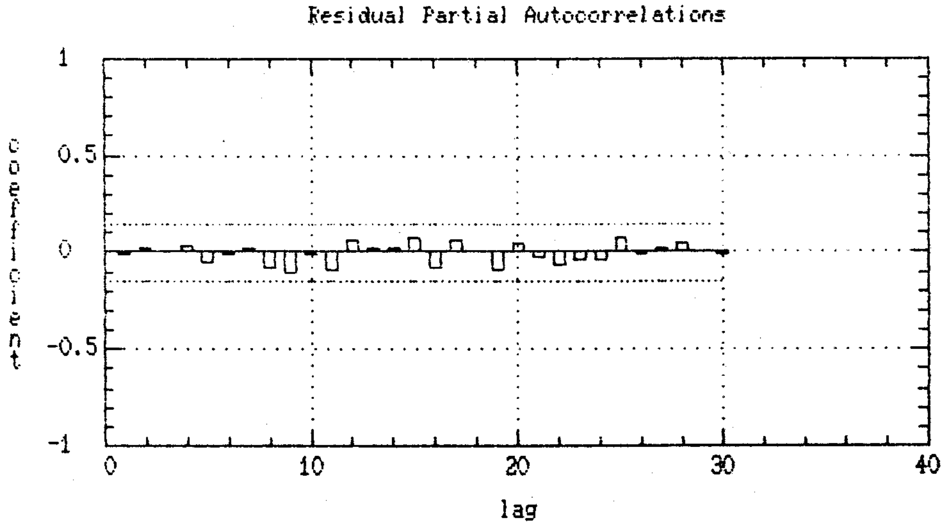
Karena $Q < \chi^2_{(19,0.05)}$ maka H_0 diterima, yang artinya residual dari model ARIMA(3,0,0) adalah independent.

Untuk memperjelas pengujian tersebut dapat dilihat dari grafik Fungsi Autokorelasi Residual (RACF) dan Fungsi Autokorelasi Parsial Residual (RPACF) untuk model ARIMA(3,0,0).

Gambar 4.13. Grafik Fungsi Autokorelasi Residual untuk Model ARIMA(3,0,0)



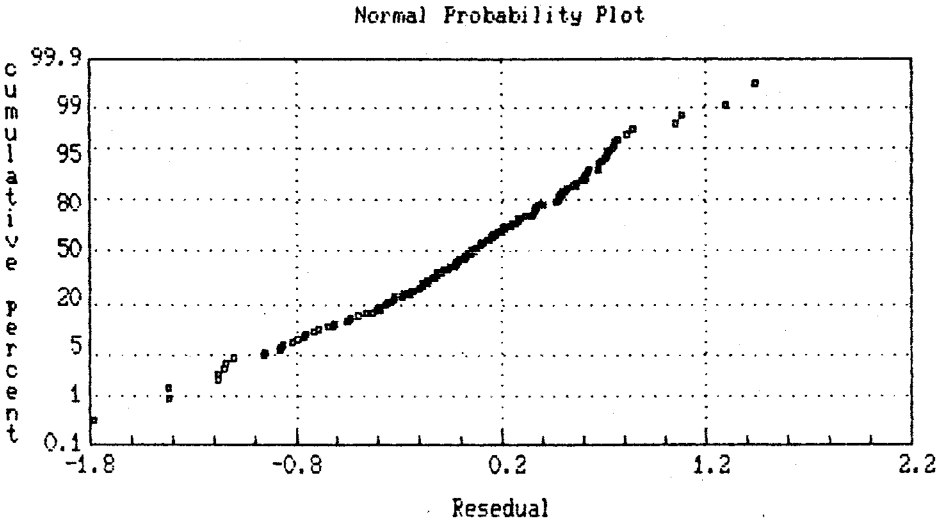
Gambar 4.14. Grafik Fungsi Autokorelasi Parsial Residual Model ARIMA(3,0,0)



Dari kedua gambar tersebut terlihat bahwa pada semua time lag yang tampak pada gambar masuk pada batas interval. Hal ini berarti bahwa residual pada tiap time lagnya adalah independent.

Untuk membuktikan apakah residual dari model ARIMA(3,0,0) berdistribusi Normal $N(0,\sigma^2)$ dapat dilihat dari normal probability plot pada gambar dibawah ini :

Gambar 4.15. Plot Normal Residual dari Model ARIMA(3,0,0)



Dari gambar tersebut terlihat bahwa plot cenderung membentuk garis lurus. Hal ini menunjukkan bahwa residual berdistribusi Normal $N(0,\sigma^2)$, sehingga model ARIMA(3,0,0) bisa dipakai sebagai model peramalan dari deret penjualan genteng Kodok.

4.2.6. Evaluasi Peramalan Model ARIMA(3,0,0)

Untuk meyakinkan apakah hasil ramalan yang telah dibuat sesuai atau bisa digunakan maka perlu dilihat hasil ramalan tersebut dengan realisasi yang ada. Dibawah ini disajikan enam buah realisasi penjualan dibanding dengan hasil peramalan model ARIMA(3,0,0).

Tabel 4.11. Hasil Evaluasi Peramalan Model ARIMA(3,0,0)

Periode	Min	Ramalan	Max	Actual	Simpangan
184	*12935*	*37179*	*106869*	*44737*	*16.89 %*
185	*12461*	*36337*	*105960*	*57495*	*36.79 %*
186	*12216*	*36683*	*109681*	*35839*	*2.35 %*
187	*10149*	*31582*	*98283*	*28518*	*10.74 %*
188	*9796*	*30722*	*96349*	*28579*	*7.49 %*
189	*9408*	*29726*	*93918*	*34268*	*13.25 %*
Rata-rata Penyimpangan					**14.59 %**

Tabel evaluasi peramalan tersebut memperlihatkan bahwa hasil peramalan berada dalam selang peramalan dengan rata-rata penyimpangan terhadap nilai actualnya sebesar 14.59 %, sehingga dapat disimpulkan bahwa model ARIMA(3,0,0) merupakan model yang benar dan baik.

4.2.7. Overfitting

Untuk membandingkan apakah model yang ditetapkan merupakan model yang terbaik, maka perlu dilakukan perbandingan dengan model lain.

1. **Model ARIMA(0,0,3)**

   Model ARIMA(3,0,0) dihasilkan melalui cara overfitting dengan mencobakan parameter MA tanpa adanya parameter AR.

- *Perumusan Model*

Perumusan model untuk ARIMA(3,0,0) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \theta_3 a_{t-3}$$

- *Penaksiran Parameter Model*

Hasil penaksiran parameter dari model ARIMA(0,0,3) dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.12. Estimasi Parameter model ARIMA(0,0,3) pada Deret Penjualan Genteng Kodok

Parameter	Estimasi	Std Error	t_{ratio}	Prob (|t|<)
θ_1	*0.16566*	*0.07433*	*2.22863*	*0.02710*
θ_2	*0.20245*	*0.07393*	*2.73841*	*0.00681*
θ_3	*0.20365*	*0.07458*	*2.73082*	*0.00698*
μ	*10.15939*	*0.08853*	*114.7580*	*0.00000*

Estimate White Noise Varianve = *0.290199*

d.f = *176*

Chi-Square (20) = *10.1017*

Probabilitas White Noise = *0.899291*

Selanjutnya model ARIMA(0,0,3) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z_t = 10.15821 + 0.14495\, a_{t-1} + 0.22767\, a_{t-2} + 0.25656\, a_{t-3} + a_t$$

Dari tabel diatas terlihat bahwa syarat invertibelitas model ARIMA sudah terpenuhi, yaitu :

$-3 < (\theta_1 = - 0.1449) < 3$

$-3 < (\theta_2 = -0.22767) < 3$

$-1 < (\theta_3 = 0.25656) < 1$

- *Pengujian Parameter Model*

Pengujian parameter MA(1) dilakukan dengan hipotesa sebagai berikut :

$H_0 : \theta_1 = 0$

$H_1 : \theta_1 \neq 0$

Uji statistik :

$t_{hitung} = -1.95377$

$t_{tabel} = 1.9600$

Karena $| t_{hitung} | > t_{tabel}$ maka H_0 diterima, yang artinya parameter θ_1 tidak significant.

Pengujian parameter MA(2)

Hipotesa :

$H_0 : \theta_2 = 0$

$H_1 : \theta_2 \neq 0$

Uji statistik :

$t_{hitung} = -3.14418$

$t_{tabel} = 1.9600$

Karena $| t_{hitung}| > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak, yang artinya parameter θ_2 significant dalam model.

Pengujian parameter MA(3)

Hipotesa :

$H_0 \;:\; \theta_3 = 0$

$H_1 \;:\; \theta_3 \neq 0$

Uji statistik :

$t_{hitung} = -3.4799$

$t_{tabel} = 1.9600$

Karena $|\, t_{hitung} \,| > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak, yang artinya parameter θ_2 significant.

Dari pengujian-pengujian parameter diatas membuktikan bahwa model ARIMA(0,0,3) adalah model yang tidak sesuai.

2. Model ARIMA(3,0,3)

Model ARIMA(3,0,3) dicoba dengan menambahkan parameter MA kedalam model sementara yang diperolehh pada tahap identifikasi.

- *Perumusan Model*

Perumusan model untuk ARIMA(3,0,3) dapat ditulis sebagai berikut :

$$Z_t = \mu' + \emptyset_1 Z_{t-1} + \emptyset_2 Z_{t-2} + \emptyset_3 Z_{t-3} + a_t$$
$$- \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \theta_3 a_{t-3}$$

- *Penaksiran Parameter Model*

Estimasi parameter dari model ARIMA(3,0,3) dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.13. Estimasi Parameter model ARIMA(3,0,3) pada Deret Penjualan Genteng Wuwung

Parameter	Estimasi	Std Error	t_{ratio}	Prob (|t|<)
ϕ_1	0.16566	0.07433	2.22863	0.02710
ϕ_2	0.20245	0.07393	2.73841	0.00681
ϕ_3	0.20365	0.07458	2.73082	0.00698
θ_1	-0.14495	0.07419	-1.95377	0.05231
θ_2	-0.22767	0.07241	-3.14418	0.00196
θ_3	-0.25656	0.07372	-3.47990	0.00063
μ	10.15821	0.06472	156.9567	0.00000

Estimate White Noise Variance = 0.292961

d.f = 173

Chi-Square (20) = 8.63778

Probabilitas White Noise = 0.853531

Dari tabel diatas terlihat bahwa syarat stationeritas dan invertibelitas sudah terpenuhi, yaitu :

$$-3 < (\phi_1 = 0.37554) < 3$$

$$-3 < (\phi_2 = -0.09082) < 3$$

$$-1 < (\phi_3 = 0.25321) < 1$$

$$-3 < (\theta_1 = 0.21502) < 3$$

$$-3 < (\theta_2 = -0.26611) < 3$$

$$-1 < (\theta_3 = 0.02043) < 1$$

- *Pengujian Parameter Model*

Dari (*tabel 4.13.*) diatas terlihat bahwa terdapat nilai probabilitas level dari parameter model ARIMA(3,0,3) yang lebih besar dari α = 5 %. Hal ini menunjukkan bahwa parameter-parameter tersebut tidak significant. Untuk lebih meyakinkan dapat diuji dengan menggunakan t-statistik.

Pengujian Parameter AR(1)

Hipotesa :

$H_0 \; : \; \emptyset_1 = 0$

$H_1 \; : \; \emptyset_1 \neq 0$

Uji statistik :

$t_{hitung} = 1.11310$

$t_{tabel} = 1.9600$

Karena $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka H_0 diterima, artinya parameter $\emptyset_1$ tidak significant.

Pengujian Parameter AR(2)

Hipotesa :

$H_0 \; : \; \emptyset_2 = 0$

$H_1 \; : \; \emptyset_2 \neq 0$

Uji statistik :

$t_{hitung} = -0.18830$

$t_{tabel} = 1.9600$

Karena $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka H_0 diterima, yang artinya parameter $\emptyset_2$ tidak significant.

Pengujian Parameter AR(3)

Hipotesa :

Ho : $\varnothing_3 = 0$

H1 : $\varnothing_3 \neq 0$

Uji statistik :

t_{hitung} = 0.70567

t_{ratio} = 1.9600

Karena $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka H_0 diterima, yang artinya parameter $\varnothing_3$ tidak significant.

Pengujian Parameter MA(1)

Hipotesa :

H_0 : $\theta_1 = 0$

H_1 : $\theta_1 \neq 0$

Uji statistik :

t_{hitung} = - 1.95377

t_{ratio} = 1.9600

Karena $| t_{hitung} | < t_{tabel}$ maka H_0 diterima, yang artinya parameter θ_1 tidak significant.

Pengujian Parameter MA(2)

Hipotesa :

H_0 : $\theta_2 = 0$

H_1 : $\theta_2 \neq 0$

Uji Statistik :

t_{hitung} = - 3.14418

t_{ratio} = 1.9600

Karena $| t_{hitung} | > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak, yang artinya parameter θ_1 significant.

Pengujian Parameter MA(3)

Hipotesa :

$H_0 : \theta_3 = 0$

$H_1 : \theta_3 \neq 0$

Uji statistik :

$t_{hitung} = - 3.47990$

$t_{ratio} = 1.9600$

Karena $| t_{hitung} | > t_{tabel}$ maka H_0 diterima, yang artinya parameter θ_3 significant.

Dari pengujian parameter diatas menunjukkan bahwa model ARIMA(3,0,3) adalah model yang tidak sesuai.

Berdasarkan pengujian-pengujian diatas maka dapat disimpulkan bahwa model ARIMA(3,0,0) merupakan model yang terbaik dari ketiga model yang diajukan.

BAB V

PEMBAHASAN

Untuk mendapatkan model time series yang sesuai dengan data yang digunakan, harus dilakukan tahap identifikasi, pendugaan parameter dari model yang dipilih (sementara) dan setelah itu dilakukan pengujian parameter serta overfitting agar model yang diperoleh benar-benar merupakan model yang paling sesuai untuk deret data.

Pada penelian ini analisa time series dilakukan terhadap data penjualan genteng Wuwung dan data penjualan genteng Kodok.

5.1. PEMBAHASAN ANALISA PENJUALAN GENTENG WUWUNG

Pada analisa penjualan genteng Wuwung, model yang didapatkan adalah ARIMA(1,0,0). Model ini diperoleh setelah data ditransformasi Logaritma Natural. Transformasi tersebut dilakukan karena adanya kesulitan mendapatkan model ARIMA dengan varians dan range yang besar.

Dari data yang telah ditransformasi ternyata pada plot seriesnya sudah berada disekitar rata-ratanya dan variansnya. Hal ini menunjukkan bahwa data tersebut sudah stationer. Pada plot autokorelasi (ACF) terlihat menonjol (cut off) di lag satu dan mendekati nol untuk lag-lag selanjutnya, sedang pada plot parsial autokorelasi (PACF) juga terlihat cut off di lag satu.

Dengan cara identifikasi, model ARIMA(1,0,0) merupakan model yang paling sesuai, hal ini dapat dilihat pada (*tabel 5.1.*) yang merupakan perbandingan antara model-model yang dipilih untuk dicobakan.

Tabel 5.1. Perbandingan Model-model ARIMA yang Dicobakan pada Deret Penjualan Genteng Wuwung

Model ARIMA	White Noise		
	Varians	Q	Probabilitas
(1,0,0)	*0.322535*	*11.6369*	*0.900554*
(0,0,1)	*0.322942*	*11.7473*	*0.896140*
(1,0,1)	*0.325063*	*11.6675*	*0.864214*

Dengan melihat tabel diatas pada varians, statistik Q dan probabilitas white noise untuk model ARIMA, maka model ARIMA(1,0,0) merupakan model yang paling sesuai untuk deret penjualan genteng Wuwung.

Dari estimasi parameter model, untuk data penjualan genteng Wuwung diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$Z_t = \mu' + \emptyset_1 Z_{t-1} + a_t$$

$$= 5.5139 + 0.20639\ Z_{t-1} + a_t$$

Persamaan diatas mempunyai arti bahwa penjualan genteng Wuwung pada minggu ini dipengaruhi oleh penjualan genteng Wuwung satu minggu yang lalu sebesar *0.20639* dan ditambah faktor kesalahan model ARIMA pada saat sekarang.

Pada tahap pengujian parameter dapat diketahui bahwa probabilitas level dari parameter dan konstanta mean model ARIMA(1,0,0) adalah lebih kecil dari α = 5 %. Hal ini menunjukkan bahwa parameter-parameter tersebut significant pada tingkat keyakinan 95 % (α = 5 %). Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa variabel Z_{t-1} dapat diterima dalam model memberikan pengaruh sebesar *0.20639*.

Dari pengujian residual (*faktor kesalahan model ARIMA*) didapatkan nilai statistik Q (= *20.6369*) yang lebih kecil dari $\chi^2_{(19,0.05)}$ (= *30.1435*). Hal ini menunjukkan bahwa residual model ARIMA(1,0,0) adalah independent.

Dari hasil evaluasi peramalan untuk model ARIMA(1,0,0) dapat dilihat bahwa hasil peramalan jika dibandingkan dengan realisasai data asli masuk dalam selang peramalan dan dengan nilai penyimpangan sebesar 6.93 %. Berdasarkan kenyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa model ARIMA(1,0,0) selain benar juga baik digunakan sebagai model peramalan.

Untuk selanjutnya, berdasarkan model yang telah diperoleh digunakan untuk meramalkan banyaknya penjualan genteng Wuwung dan diperoleh hasil peramalan penjualan genteng Wuwung mulai minggu ketiga bulan September 1990 sampai minggu keempat bulan Desember 1990.

Tabel 5.2. Peramalan Banyaknya Penjualan Genteng Wuwung Mulai Minggu ke Dua Bulan September Sampai Minggu ke Empat Bulan Desember 1990

Periode	Batas Bawah	Peramalan	Batas Atas
143	406	1235	3761
144	346	1078	3360
145	336	1049	3270
146	334	1042	3252
147	334	1041	3248
148	334	1041	3247
149	334	1041	3247
150	334	1041	3247
151	334	1041	3247
152	334	1041	3247
153	334	1041	3247
154	334	1041	3247

5.2. PEMBAHASAN ANALISA PENJUALAN GENTENG KODOK

Model yang didapatkan pada analisa penjualan genteng Kodok adalah ARIMA(3,0,0). Model tersebut diperoleh setelah data asli ditransformasi ke Logaritma Natural. Transformasi tersebut dilakukan karena adanya kesulitan mendapatkan model ARIMA dengan varians dan range yang besar.

Dari data yang telah ditransformasi tersebut terlihat bahwa plot seriesnya sudah berada disekitar rata-rata dan variansnya, atau dengan kata lain data tersebut sudah stationer. Pada plot autokorelasi terlihat menonjol (cut off) di lag satu, dua dan tiga, sedang pada lag-lag selanjutnya mendekati nol. Demikian juga pada plot autokorelasi parsialnya terdapat cut off pada lag satu, dua dan tiga.

Dengan cara identifikasi, model ARIMA(3,0,0) merupakan model yang paling sesuai. Hal ini dapat dilihat pada (*tabel 5.3.*) yang merupakan perbandingan antara model-model yang dipilih untuk dicobakan.

Tabel 5.3. Perbandingan Model-model ARIMA yang Dicobakan pada Deret Penjualan Genteng Kodok

Model ARIMA	**White Noise**		
	Varians	Q	Probabilitas
(3,0,0)	*0.290199*	*10.1017*	*0.899291*
(0,0,3)	*0.295656*	*10.4393*	*0.884185*
(3,0,3)	*0.292961*	*8.63778*	*0.853531*

Dengan melihat tabel diatas pada varians, statistik Q dan probabilitas white noise untuk model ARIMA, maka model ARIMA(3,0,0) merupakan model yang paling sesuai untuk deret penjualan genteng Kodok.

Dari hasil estimasi parameter model, untuk data penjualan genteng Kodok diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$Z_t = \mu' + \emptyset_1 Z_{t-1} + \emptyset_2 Z_{t-2} + \emptyset_3 Z_{t-3} + a_t$$

$$= 4.35158 + 0.16566\ Z_{t-1} + 0.20245\ Z_{t-2} + 0.20365\ Z_{t-3} + a_t$$

Persamaan diatas mempunyai arti bahwa penjualan genteng Kodok pada minggu ini (*dalam Ln*) dipengaruhi oleh penjualan genteng Kodok pada satu minggu yang lalu (*dalam Ln*), penjualan genteng Kodok pada dua minggu yang lalu (*dalam Ln*), penjualan genteng Kodok pada tiga minggu yang lalu (*dalam Ln*) dan faktor kealahan model ARIMA pada saat sekarang, dimana :

- penjualan genteng Kodok pada minggu yang lalu memberikan pengaruh sebesar *0.16566 (dengan menganggap variabel yang lain konstan)*
- penjualan genteng Kodok pada dua minggu yang lalu berpengaruh sebesar *0.20245 (dengan menganggap variabel yang lain konstan)*
- penjualan genteng Kodok pada tiga minggu yang lalu berpengaruh sebesar *0.20365 (variabel yang lain dianggap konstan).*

Pada tahap pengujian parameter dapat diketahui bahwa probabilitas level dari parameter dan konstanta mean model ARIMA(3,0,0) adalah lebih kecil dari α = *5* %. Hal ini menunjukkan bahwa parameter-parameter tersebut significant pada tingkat keyakinan 95 % (α = *5* %). Dari seluruh hasil pengujian parameter tersebut dapat disimpulkan bahwa variabel Z_{t-1}, Z_{t-2} dan Z_{t-3} dapat diterima dalam model dan masing-masing memberikan pengaruh sebesar *0.16566, 0.20245, 0.20365.*

Dari pengujian residual (*faktor kesalahan model ARIMA*) didapatkan nilai statistik Q (= *10.1017*) yang lebih kecil dari nilai $\chi^2_{(19,0.05)}$ (= *30.145*). Hal ini menunjukkan bahwa residual model ARIMA(3,0,0) adalah independent.

Dari hasil evaluasi peramalan untuk model ARIMA(3,0,0) dapat dilihat bahwa hasil peramalan jika dibandingkan dengan realisasi data asli masuk dalam selang peramalan dan nilai penyimpangannya sebesar

14.59 %. Berdasarkan kenyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa model ARIMA(3,0,0) adalah benar dan baik digunakan sebagai model peramalan.

Dari model yang telah diperoleh, untuk selanjutnya dilakukan peramalan banyaknya penjualan genteng Kodok dan diperoleh hasil peramalan penjualan genteng Kodok mulai minggu ke tiga bulan September 1990 sampai minggu ke empat bulan Desember 1990.

Tabel 5.4. Peramalan Banyaknya Penjualan Genteng Kodok Mulai Minggu ke Dua Bulan September Sampai Minggu ke Empat Bulan Desember 1990

Periode	Batas Bawah	Peramalan	Batas Atas
184	12935	37179	106869
185	12461	36337	105960
186	12216	36683	109681
187	10149	31582	98283
188	9796	30722	96349
189	9408	29726	93918
190	8984	28529	90591
191	8795	27989	89071
192	8623	27484	87062
193	8484	27068	86355
194	8395	26796	85531
195	8321	26570	84837

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai berikut :

6.1 KESIMPULAN

1. Model untuk realisasi penjualan genteng Wuwung secara mingguan adalah ARIMA(1,0,0), yang dapat dituliskan sebagai berikut :

   $$Z_t = 5.5139 + 0.20639\ Z_{t-1} + a_t$$

   Keterangan :

   Z_{t-1} = Realisasi penjualan genteng Wuwung pada minggu yang lalu ($t-1$) dalam Logaritma Natural.

   a_t = Faktor kesalahan model ARIMA pada minggu ini (t).

2. Model untuk realisasi penjualan produksi genteng Kodok secara mingguan adalah ARIMA(3,0,0) dengan perumusan sebagai berikut :

   $$Z_t = 4.35158 + 0.16566\ Z_{t-1} + 0.20245\ Z_{t-2} + 0.20365\ Z_{t-3} + a_t$$

   Keterangan :

   Z_{t-1} = Realisasi penjualan genteng Kodok pada satu minggu yang lalu ($t-1$) dalam Logaritma Natural.

   Z_{t-2} = Realisasi penjualan genteng Kodok pada dua minggu yang lalu ($t-2$) dalam

Logaritma Natural.

Z_{t-3} = Realisasi penjualan genteng Kodok pada tiga minggu yang lalu ($t-3$) dalam Logaritma Natural.

a_t = Faktor kesalahan model ARIMA pada minggu ini (t).

6.2 SARAN

1. Pembuatan model ARIMA akan menjadi lebih baik apabila selalu dilakukan pemodelan kembali setelah diperoleh data baru. Misalnya setelah didapatkan data dalam satu tahun maka sebaiknya dilakukan pemodelan kembali, sehingga aktualitas dan ketelitian model bisa dijamin.
2. Model ARIMA bisa dipakai sebagai alat untuk peramalan, tetapi dalam pengambilan kebijaksanaan-kebijaksanaan terutama dalam hal untuk mengkaji situasi dan kondisi dimasa mendatang, hendaknya tidak hanya terpaut pada hasil ramalan yang dihasilkan model ARIMA saja. Karena itu perlu diperhatikan faktor-faktor lain yang tidak bisa diterangkan oleh model ARIMA.

DAFTAR PUSTAKA

1. Assauri S. , *Teknik dan Metoda Peramalan* , Jakarta, LPFEUI, Edisi Satu, 1984.
2. Box G.E.P. and G.M. Jenkins, *Time Series Analysis Forecasting Control*, Sanfrancisco, Holden Day, Revised Edition, 1976.
3. Untung S.A. dan Abdul Basith, *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Jakarta, Penerbit Erlangga, 1988.
4. Walpole Ronald E. , *Introduction to Statistic*, MacMilland Publising Co, Second Edition, 1974.

LAMPIRAN 1

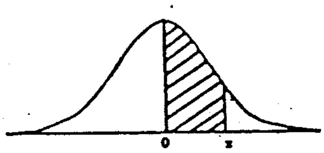
TABEL-TABEL

Tabel 7.1. DATA PENJUALAN GENTENG WUWUNG DI P.D WISMA KARYA MULAI MINGGU PERTAMA BULAN JANUARI 1988 SAMPAI MINGGU TERAKHIR BULAN OKTOBER 1990

PERIODE	PENJUALAN	PERIODE	PENJUALAN	PERIODE	PENJUALAN	PERIODE	PENJUALAN
1	528	46	236	91	916	136	995
2	10058	47	759	92	853	137	1358
3	1744	48	678	93	1018	138	725
4	965	49	640	94	1697	139	973
5	901	50	581	95	777	140	1684
6	1004	51	615	96	934	141	721
7	1527	52	808	97	1524	142	2388
8	907	53	250	98	975	143	1276
9	1520	54	787	99	1319	144	1132
10	954	55	932	100	1237	145	976
11	1605	56	759	101	1501	146	1107
12	1110	57	1681	102	1301	147	927
13	1512	58	1167	103	1424	148	1133
14	956	59	912	104	904		
15	1243	60	252	105	212		
16	851	61	622	106	1267		
17	861	62	295	107	1067		
18	999	63	720	108	805		
19	1196	64	1378	109	880		
20	2030	65	822	110	1069		
21	1254	66	1254	111	808		
22	2193	67	1316	112	1553		
23	1586	68	818	113	1073		
24	1275	69	427	114	1060		
25	672	70	1860	115	2538		
26	1481	71	1380	116	1104		
27	1131	72	373	117	1167		
28	2109	73	640	118	1307		
29	1200	74	981	119	1765		
30	1603	75	1224	120	1506		
31	1268	76	1570	121	1694		
32	565	77	1634	122	484		
33	1510	78	1336	123	1615		
34	1026	79	1159	124	1225		
35	1301	80	917	125	370		
36	1466	81	209	126	350		
37	2199	82	576	127	382		
38	7085	83	1189	128	717		
39	1145	84	1982	129	1965		
40	1740	85	1258	130	825		
41	2418	86	576	131	730		
42	668	87	1189	132	839		
43	1862	88	1982	133	1329		
44	1940	89	1258	134	1167		
45	730	90	1422	135	278		

Tabel 7.2. DATA PENJUALAN GENTENG KODOK DI P.D WISMA KARYA MULAI MINGGU PERTAMA BULAN JANUARI 1987 SAMPAI MINGGU TERAKHIR BULAN OKTOBER 1990

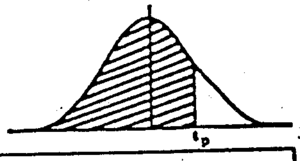
PERIODE	PENJUALAN	PERIODE	PENJUALAN	PERIODE	PENJUALAN	PERIODE	PENJUALAN	PERIODE	PENJUALAN
1	26650	46	40700	91	15925	136	35625	181	47270
2	8900	47	30350	92	32500	137	17200	182	35350
3	15550	48	34500	93	15250	138	19609	183	75450
4	18850	49	14470	94	9401	139	11000	184	44737
5	12410	50	29750	95	6350	140	13750	185	57495
6	7445	51	46550	96	12475	141	21620	186	35839
7	48550	52	38130	97	20230	142	17200	187	28518
8	13965	53	20830	98	6820	143	41640	188	28579
9	16204	54	33460	99	10751	144	25380	189	34268
10	38980	55	6750	100	10951	145	13080		
11	37075	56	41390	101	26550	146	31170		
12	15600	57	30100	102	38625	147	30835		
13	33000	58	27630	103	54110	148	21530		
14	26510	59	38500	104	58030	149	18250		
15	19310	60	30350	105	22675	150	20920		
16	23220	61	24810	106	18600	151	15200		
17	26130	62	45925	107	29450	152	17625		
18	12495	63	11280	108	7395	153	33825		
19	22055	64	36000	109	22300	154	19050		
20	42690	65	28560	110	16800	155	7600		
21	3955	66	31310	111	16685	156	25250		
22	26875	67	9300	112	5200	157	23140		
23	28040	68	29760	113	12650	158	17210		
24	13040	69	18375	114	16950	159	34000		
25	27980	70	9955	115	8800	160	24450		
26	37660	71	18700	116	15250	161	73210		
27	103283	72	30800	117	32000	162	39200		
28	50350	73	33750	118	18280	163	35595		
29	40550	74	23700	119	19100	164	12150		
30	60250	75	41650	120	13980	165	52100		
31	54830	76	30500	121	36050	166	33080		
32	40583	77	60500	122	15850	167	33590		
33	30320	78	62300	123	36450	168	31750		
34	46405	79	52495	124	46550	169	28800		
35	30310	80	35400	125	51060	170	28200		
36	31370	81	18370	126	36390	171	56430		
37	63760	82	50602	127	28050	172	30240		
38	24205	83	11970	128	24250	173	33975		
39	53515	84	47500	129	20200	174	46650		
40	16120	85	27505	130	51675	175	28300		
41	22340	86	92410	131	48875	176	37360		
42	26445	87	78650	132	50730	177	32450		
43	26120	88	18075	133	31730	178	50850		
44	22550	89	50140	134	23295	179	45160		
45	27513	90	38510	135	35000	180	39525		



LUAS DI BAWAH KURVA NORMAL STANDAR Dari 0 ke z
(Bilangan dalam badan daftar menyatakan desimal).

z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0000	0040	0080	0120	0160	0199	0239	0279	0319	0359
0,1	0398	0438	0478	0517	0557	0596	0636	0675	0714	0754
0,2	0793	0832	0871	0910	0948	0987	1026	1064	1103	1141
0,3	1179	1217	1255	1293	1331	1368	1406	1443	1480	1517
0,4	1554	1591	1628	1664	1700	1736	1772	1808	1844	1879
0,5	1915	1950	1985	2019	2054	2088	2123	2157	2190	2224
0,6	2258	2291	2324	2357	2389	2422	2454	2486	2518	2549
0,7	2580	2612	2642	2673	2704	2734	2764	2794	2823	2852
0,8	2881	2910	2939	2967	2995	3023	3051	3078	3106	3133
0,9	3159	3186	3212	3238	3264	3289	3315	3340	3365	3389
1,0	3413	3438	3461	3485	3508	3531	3554	3577	3599	3621
1,1	3643	3665	3686	3708	3729	3749	3770	3790	3810	3830
1,2	3849	3869	3888	3907	3925	3944	3962	3980	3997	4015
1,3	4032	4049	4066	4082	4099	4115	4131	4147	4162	4177
1,4	4192	4207	4222	4236	4251	4265	4279	4292	4306	4319
1,5	4332	4345	4357	4370	4382	4394	4406	4418	4429	4441
1,6	4452	4463	4474	4484	4495	4505	4515	4525	4535	4545
1,7	4554	4564	4573	4582	4591	4599	4608	4616	4625	4633
1,8	4641	4649	4656	4664	4671	4678	4686	4693	4699	4706
1,9	4713	4719	4726	4732	4738	4744	4750	4756	4761	4767
2,0	4772	4778	4783	4788	4793	4798	4803	4808	4812	4817
2,1	4821	4826	4830	4834	4838	4842	4846	4850	4854	4857
2,2	4861	4864	4868	4871	4875	4878	4881	4884	4887	4890
2,3	4893	4896	4898	4901	4904	4906	4909	4911	4913	4916
2,4	4918	4920	4922	4925	4927	4929	4931	4932	4934	4936
2,5	4938	4940	4941	4943	4945	4946	4948	4949	4951	4952
2,6	4953	4955	4956	4957	4959	4960	4961	4962	4963	4964
2,7	4965	4966	4967	4968	4969	4970	4971	4972	4973	4974
2,8	4974	4975	4976	4977	4977	4978	4979	4979	4980	4981
2,9	4981	4982	4982	4983	4984	4984	4985	4985	4986	4986
3,0	4987	4987	4987	4988	4988	4989	4989	4989	4990	4990
3,1	4990	4991	4991	4991	4992	4992	4992	4992	4993	4993
3,2	4993	4993	4994	4994	4994	4994	4994	4995	4995	4995
3,3	4995	4995	4995	4996	4996	4996	4996	4996	4996	4997
3,4	4997	4997	4997	4997	4997	4997	4997	4997	4997	4998
3,5	4998	4998	4998	4998	4998	4998	4998	4998	4998	4998
3,6	4998	4998	4999	4999	4999	4999	4999	4999	4999	4999
3,7	4999	4999	4999	4999	4999	4999	4999	4999	4999	4999
3,8	4999	4999	4999	4999	4999	4999	4999	4999	4999	4999
3,9	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000

Sumber: Metoda Statistika, DR. Sudjana, M.A., M.Sc., Penerbit Tarsito Bandung, 1975.



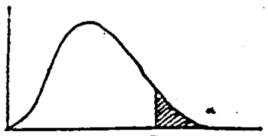
Nilai Persentil Untuk Distribusi t

υ = dk

(Bilangan Dalam Badan Daftar Menyatakan t_p)

υ	$t_{0,995}$	$t_{0,99}$	$t_{0,975}$	$t_{0,95}$	$t_{0,90}$	$t_{0,80}$	$t_{0,75}$	$t_{0,70}$	$t_{0,60}$	$t_{0,55}$
1	63,66	31,82	12,71	6,31	3,08	1,376	1,000	0,727	0,325	0,158
2	9,92	6,96	4,30	2,92	1,89	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142
3	5,84	4,54	3,18	2,35	1,64	0,978	0,765	0,584	0,277	0,137
4	4,60	3,75	2,78	2,13	1,53	0,941	0,741	0,569	0,271	0,134
5	4,03	3,36	2,57	2,02	1,48	0,920	0,727	0,559	0,267	0,132
6	3,71	3,14	2,45	1,94	1,44	0,906	0,718	0,553	0,265	0,131
7	3,50	3,00	2,36	1,90	1,42	0,896	0,711	0,549	0,263	0,130
8	3,36	2,90	2,31	1,86	1,40	0,889	0,706	0,546	0,262	0,130
9	3,25	2,82	2,26	1,83	1,38	0,883	0,703	0,543	0,261	0,129
10	3,17	2,76	2,23	1,81	1,37	0,879	0,700	0,542	0,260	0,129
11	3,11	2,72	2,20	1,80	1,36	0,876	0,697	0,540	0,260	0,129
12	3,06	2,68	2,18	1,78	1,36	0,873	0,695	0,539	0,259	0,128
13	3,01	2,65	2,16	1,77	1,35	0,870	0,694	0,538	0,259	0,128
14	2,98	2,62	2,14	1,76	1,34	0,868	0,692	0,537	0,258	0,128
15	2,95	2,60	2,13	1,75	1,34	0,866	0,691	0,536	0,258	0,128
16	2,92	2,58	2,12	1,75	1,34	0,865	0,690	0,535	0,258	0,128
17	2,90	2,57	2,11	1,74	1,33	0,863	0,689	0,534	0,257	0,128
18	2,88	2,55	2,10	1,73	1,33	0,862	0,688	0,534	0,257	0,127
19	2,86	2,54	2,09	1,73	1,33	0,861	0,688	0,533	0,257	0,127
20	2,84	2,53	2,09	1,72	1,32	0,860	0,687	0,533	0,257	0,127
21	2,83	2,52	2,08	1,72	1,32	0,859	0,686	0,532	0,257	0,127
22	2,82	2,51	2,07	1,72	1,32	0,858	0,686	0,532	0,256	0,127
23	2,81	2,50	2,07	1,71	1,32	0,858	0,685	0,532	0,256	0,127
24	2,80	2,49	2,06	1,71	1,32	0,857	0,685	0,531	0,256	0,127
25	2,79	2,48	2,06	1,71	1,32	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
26	2,78	2,48	2,06	1,71	1,32	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127
27	2,77	2,47	2,05	1,70	1,31	0,855	0,684	0,531	0,256	0,127
28	2,76	2,47	2,05	1,70	1,31	0,855	0,683	0,530	0,256	0,127
29	2,76	2,46	2,04	1,70	1,31	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
30	2,75	2,46	2,04	1,70	1,31	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127
40	2,70	2,42	2,02	1,68	1,30	0,851	0,681	0,529	0,255	0,126
60	2,66	2,39	2,00	1,67	1,30	0,848	0,679	0,527	0,254	0,126
120	2,62	2,36	1,98	1,66	1,29	0,845	0,677	0,526	0,254	0,126
∞	2,58	2,33	1,96	1,645	1,28	0,842	0,674	0,524	0,253	0,126

Sumber: Metoda Statistika, DR. Sudjana, M.A., M.Sc., Penerbit Tarsito Bandung, 1975.



F_p

Nilai Persentil Untuk Distribusi F
(Bilangan Dalam Badan Daftar Menyatakan F_p. Baris Atas Untuk p = 0,05 dan Baris Bawah Untuk p = 0,01).

v_2 = dk penyebut	v_1 = dk pembilang: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	246	248	249	250	251	252	253	253	254	254	254
	4052	4999	5403	5625	5764	5859	5928	5981	6022	6056	6082	6106	6142	6169	6208	6234	6258	6286	6302	6323	6334	6352	6361	6366
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,36	19,37	19,38	19,39	19,40	19,41	19,42	19,43	19,44	19,45	19,46	19,47	19,47	19,48	19,49	19,49	19,50	19,50
	98,49	99,01	99,17	99,25	99,30	99,33	99,34	99,36	99,38	99,40	99,41	99,42	99,43	99,44	99,45	99,46	99,47	99,48	99,48	99,49	99,49	99,49	99,50	99,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,84	8,81	8,78	8,76	8,74	8,71	8,69	8,66	8,64	8,62	8,60	8,58	8,57	8,56	8,54	8,54	8,53
	34,12	30,81	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,34	27,23	27,13	27,05	26,92	26,83	26,69	26,60	26,50	26,41	26,30	26,27	26,23	26,18	26,14	26,12
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,93	5,91	5,87	5,84	5,80	5,77	5,74	5,71	5,70	5,68	5,66	5,65	5,64	5,63
	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,54	14,45	14,37	14,24	14,15	14,02	13,93	13,83	13,74	13,69	13,61	13,57	13,52	13,48	13,46
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74	4,70	4,68	4,64	4,60	4,56	4,53	4,50	4,46	4,44	4,42	4,40	4,38	4,37	4,36
	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,45	10,27	10,15	10,05	9,96	9,89	9,77	9,68	9,55	9,47	9,38	9,29	9,24	9,17	9,13	9,07	9,04	9,02
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,03	4,00	3,96	3,92	3,87	3,84	3,81	3,77	3,75	3,72	3,71	3,69	3,68	3,67
	13,74	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,79	7,72	7,60	7,52	7,39	7,31	7,23	7,14	7,09	7,02	6,99	6,94	6,90	6,88
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63	3,60	3,57	3,52	3,49	3,44	3,41	3,38	3,34	3,32	3,29	3,28	3,25	3,24	3,23
	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	7,00	6,84	6,71	6,62	6,54	6,47	6,35	6,27	6,15	6,07	5,98	5,90	5,85	5,78	5,75	5,70	5,67	5,65
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,34	3,31	3,28	3,23	3,20	3,15	3,12	3,08	3,05	3,03	3,00	2,98	2,96	2,94	2,93
	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,19	6,03	5,91	5,82	5,74	5,67	5,56	5,48	5,36	5,28	5,20	5,11	5,06	5,00	4,96	4,91	4,88	4,86
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13	3,10	3,07	3,02	2,98	2,93	2,90	2,86	2,82	2,80	2,77	2,76	2,73	2,72	2,71
	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,62	5,47	5,35	5,26	5,18	5,11	5,00	4,92	4,80	4,73	4,64	4,56	4,51	4,45	4,41	4,36	4,33	4,31
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97	2,94	2,91	2,86	2,82	2,77	2,74	2,70	2,67	2,64	2,61	2,59	2,56	2,55	2,54
	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,21	5,06	4,95	4,85	4,78	4,71	4,60	4,52	4,41	4,33	4,25	4,17	4,12	4,05	4,01	3,96	3,93	3,91
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,86	2,82	2,79	2,74	2,70	2,65	2,61	2,57	2,53	2,50	2,47	2,45	2,42	2,41	2,40
	9,65	7,20	6,22	5,67	5,32	5,07	4,88	4,74	4,63	4,54	4,46	4,40	4,29	4,21	4,10	4,02	3,94	3,86	3,80	3,74	3,70	3,66	3,62	3,60
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,92	2,85	2,80	2,76	2,72	2,69	2,64	2,60	2,54	2,50	2,46	2,42	2,40	2,36	2,35	2,32	2,31	2,30
	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,65	4,50	4,39	4,30	4,22	4,16	4,05	3,98	3,86	3,78	3,70	3,61	3,56	3,49	3,46	3,41	3,38	3,36
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,84	2,77	2,72	2,67	2,63	2,60	2,55	2,51	2,46	2,42	2,38	2,34	2,32	2,28	2,26	2,24	2,22	2,21
	9,07	6,70	5,74	5,20	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	4,02	3,96	3,85	3,78	3,67	3,59	3,51	3,42	3,37	3,30	3,27	3,21	3,18	3,16
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,77	2,70	2,65	2,60	2,56	2,53	2,48	2,44	2,39	2,35	2,31	2,27	2,24	2,21	2,19	2,16	2,14	2,13
	8,86	6,51	5,56	5,03	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,86	3,80	3,70	3,62	3,51	3,43	3,34	3,26	3,21	3,14	3,11	3,06	3,02	3,00
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,70	2,64	2,59	2,55	2,51	2,48	2,43	2,39	2,33	2,29	2,25	2,21	2,18	2,15	2,12	2,10	2,08	2,07
	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,73	3,67	3,56	3,48	3,36	3,29	3,20	3,12	3,07	3,00	2,97	2,92	2,89	2,87
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,45	2,42	2,37	2,33	2,28	2,24	2,20	2,16	2,13	2,09	2,07	2,04	2,02	2,01
	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,61	3,55	3,45	3,37	3,25	3,18	3,10	3,01	2,96	2,89	2,86	2,80	2,77	2,75
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,62	2,55	2,50	2,45	2,41	2,38	2,33	2,29	2,23	2,19	2,15	2,11	2,08	2,04	2,02	1,99	1,97	1,96
	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,52	3,45	3,35	3,27	3,16	3,08	3,00	2,92	2,86	2,79	2,76	2,70	2,67	2,65
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,37	2,34	2,29	2,25	2,19	2,15	2,11	2,07	2,04	2,00	1,98	1,95	1,93	1,92
	8,28	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,85	3,71	3,60	3,51	3,44	3,37	3,27	3,19	3,07	3,00	2,91	2,83	2,78	2,71	2,68	2,62	2,59	2,57
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,55	2,48	2,43	2,38	2,34	2,31	2,26	2,21	2,15	2,11	2,07	2,02	2,00	1,96	1,94	1,91	1,90	1,88
	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,63	3,52	3,43	3,36	3,30	3,19	3,12	3,00	2,92	2,84	2,76	2,70	2,63	2,60	2,54	2,51	2,49
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,52	2,45	2,40	2,35	2,31	2,28	2,23	2,18	2,12	2,08	2,04	1,99	1,96	1,92	1,90	1,87	1,85	1,84
	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,71	3,56	3,45	3,37	3,30	3,23	3,13	3,05	2,94	2,86	2,77	2,69	2,63	2,56	2,53	2,47	2,44	2,42
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,28	2,25	2,20	2,15	2,09	2,05	2,00	1,96	1,93	1,89	1,87	1,84	1,82	1,81
	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,65	3,51	3,40	3,31	3,24	3,17	3,07	2,99	2,88	2,80	2,72	2,63	2,58	2,51	2,47	2,42	2,38	2,36
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,47	2,40	2,35	2,30	2,26	2,23	2,18	2,13	2,07	2,03	1,98	1,93	1,91	1,87	1,84	1,81	1,80	1,78
	7,94	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,18	3,12	3,02	2,94	2,83	2,75	2,67	2,58	2,53	2,46	2,42	2,37	2,33	2,31
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,45	2,38	2,32	2,28	2,24	2,20	2,14	2,10	2,04	2,00	1,96	1,91	1,88	1,84	1,82	1,79	1,77	1,76
	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,14	3,07	2,97	2,89	2,78	2,70	2,62	2,53	2,48	2,41	2,37	2,32	2,28	2,26

(lanjutan)

v_2 = dk penyebut	v_1 = dk pembilang: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,43	2,36	2,30	2,26	2,22	2,18	2,13	2,09	2,02	1,98	1,94	1,89	1,86	1,82	1,80	1,76	1,74	1,73
	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,25	3,17	3,09	3,03	2,93	2,86	2,74	2,66	2,58	2,49	2,44	2,36	2,33	2,27	2,23	2,21
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,41	2,34	2,28	2,24	2,20	2,16	2,11	2,06	2,00	1,96	1,92	1,87	1,84	1,80	1,77	1,74	1,72	1,71
	7,77	5,57	4,68	4,18	3,86	3,63	3,46	3,32	3,21	3,13	3,05	2,99	2,89	2,81	2,70	2,62	2,54	2,45	2,40	2,32	2,29	2,23	2,19	2,17
26	4,22	3,37	2,89	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,18	2,15	2,10	2,05	1,99	1,95	1,90	1,85	1,82	1,78	1,76	1,72	1,70	1,69
	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,17	3,09	3,02	2,96	2,86	2,77	2,66	2,58	2,50	2,41	2,36	2,28	2,25	2,19	2,15	2,13
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,30	2,25	2,20	2,16	2,13	2,08	2,03	1,97	1,93	1,88	1,84	1,80	1,76	1,74	1,71	1,68	1,67
	7,68	5,49	4,60	4,11	3,79	3,56	3,39	3,26	3,14	3,06	2,98	2,93	2,83	2,74	2,63	2,55	2,47	2,38	2,33	2,25	2,21	2,16	2,12	2,10
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,36	2,29	2,24	2,19	2,15	2,12	2,06	2,02	1,96	1,91	1,87	1,81	1,78	1,75	1,72	1,69	1,67	1,65
	7,64	5,45	4,57	4,07	3,76	3,53	3,36	3,23	3,11	3,03	2,95	2,90	2,80	2,71	2,60	2,52	2,44	2,35	2,30	2,22	2,18	2,13	2,09	2,06
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,35	2,28	2,22	2,18	2,14	2,10	2,05	2,00	1,94	1,90	1,85	1,80	1,77	1,73	1,71	1,68	1,65	1,64
	7,60	5,52	4,54	4,04	3,73	3,50	3,33	3,20	3,08	3,00	2,92	2,87	2,77	2,68	2,57	2,49	2,41	2,32	2,27	2,19	2,15	2,10	2,06	2,03
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,34	2,27	2,21	2,16	2,12	2,09	2,04	1,99	1,93	1,89	1,84	1,79	1,76	1,72	1,69	1,66	1,64	1,62
	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,06	2,98	2,90	2,84	2,74	2,66	2,55	2,47	2,38	2,29	2,24	2,16	2,13	2,07	2,03	2,01
32	4,15	3,30	2,90	2,67	2,51	2,40	2,32	2,25	2,19	2,14	2,10	2,07	2,02	1,97	1,91	1,86	1,82	1,76	1,74	1,69	1,67	1,64	1,61	1,59
	7,50	5,34	4,46	3,97	3,66	3,42	3,25	3,12	3,01	2,94	2,86	2,80	2,70	2,62	2,51	2,42	2,34	2,25	2,20	2,12	2,08	2,02	1,98	1,96
34	4,13	3,28	2,88	2,65	2,49	2,38	2,30	2,23	2,17	2,12	2,08	2,05	2,00	1,95	1,89	1,84	1,80	1,74	1,71	1,67	1,64	1,61	1,59	1,57
	7,44	5,29	4,42	3,93	3,61	3,38	3,21	3,08	2,97	2,89	2,82	2,76	2,66	2,58	2,47	2,38	2,30	2,21	2,15	2,08	2,04	1,98	1,94	1,91
36	4,11	3,26	2,86	2,63	2,48	2,36	2,28	2,21	2,15	2,10	2,06	2,03	1,98	1,93	1,87	1,82	1,78	1,72	1,69	1,65	1,62	1,59	1,56	1,55
	7,39	5,25	4,38	3,89	3,58	3,35	3,18	3,04	2,94	2,86	2,78	2,72	2,62	2,54	2,43	2,35	2,26	2,17	2,12	2,04	2,00	1,94	1,90	1,87
38	4,10	3,25	2,85	2,62	2,46	2,35	2,26	2,19	2,14	2,09	2,05	2,02	1,96	1,92	1,85	1,80	1,76	1,71	1,67	1,63	1,60	1,57	1,54	1,53
	7,35	5,21	4,34	3,86	3,54	3,32	3,15	3,02	2,91	2,82	2,75	2,69	2,59	2,51	2,40	2,32	2,22	2,14	2,08	2,00	1,97	1,90	1,86	1,84
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,07	2,04	2,00	1,95	1,90	1,84	1,79	1,74	1,69	1,66	1,61	1,59	1,55	1,53	1,51
	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,88	2,80	2,73	2,66	2,56	2,49	2,37	2,29	2,20	2,11	2,05	1,97	1,94	1,88	1,84	1,81
42	4,07	3,22	2,83	2,59	2,44	2,32	2,24	2,17	2,11	2,06	2,02	1,99	1,94	1,89	1,82	1,78	1,73	1,68	1,64	1,60	1,57	1,54	1,51	1,49
	7,27	5,15	4,29	3,80	3,49	3,26	3,10	2,96	2,86	2,77	2,70	2,64	2,54	2,46	2,35	2,26	2,17	2,08	2,02	1,94	1,91	1,85	1,80	1,78
44	4,06	3,21	2,82	2,58	2,43	2,31	2,23	2,16	2,10	2,05	2,01	1,98	1,92	1,88	1,81	1,76	1,72	1,66	1,63	1,58	1,56	1,52	1,50	1,48
	7,24	5,12	4,26	3,78	3,46	3,24	3,07	2,94	2,84	2,75	2,68	2,62	2,52	2,44	2,32	2,24	2,15	2,06	2,00	1,92	1,88	1,82	1,78	1,75
46	4,05	3,20	2,81	2,57	2,42	2,30	2,22	2,14	2,09	2,04	2,00	1,97	1,91	1,87	1,80	1,75	1,71	1,65	1,62	1,57	1,54	1,51	1,48	1,46
	7,21	5,10	4,24	3,76	3,44	3,22	3,05	2,92	2,82	2,73	2,66	2,60	2,50	2,42	2,30	2,22	2,13	2,04	1,98	1,90	1,86	1,80	1,76	1,72
48	4,04	3,19	2,80	2,56	2,41	2,30	2,21	2,14	2,08	2,03	1,99	1,96	1,90	1,86	1,79	1,74	1,70	1,64	1,61	1,56	1,53	1,50	1,47	1,45
	7,19	5,08	4,22	3,74	3,42	3,20	3,04	2,90	2,80	2,71	2,64	2,58	2,48	2,40	2,28	2,20	2,11	2,02	1,96	1,88	1,84	1,78	1,73	1,70
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,02	1,98	1,95	1,90	1,85	1,78	1,74	1,69	1,63	1,60	1,55	1,52	1,48	1,46	1,44
	7,17	5,06	4,20	3,72	3,41	3,18	3,02	2,88	2,78	2,70	2,62	2,56	2,46	2,39	2,26	2,18	2,10	2,00	1,94	1,86	1,82	1,76	1,71	1,68
55	4,02	3,17	2,78	2,54	2,38	2,27	2,18	2,11	2,05	2,00	1,97	1,93	1,88	1,83	1,76	1,72	1,67	1,61	1,58	1,52	1,50	1,46	1,43	1,41
	7,12	5,01	4,16	3,68	3,37	3,15	2,98	2,85	2,75	2,66	2,59	2,53	2,43	2,35	2,23	2,15	2,06	1,96	1,90	1,82	1,78	1,71	1,66	1,64
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,95	1,92	1,86	1,81	1,75	1,70	1,65	1,59	1,56	1,50	1,48	1,44	1,41	1,39
	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,56	2,50	2,40	2,32	2,20	2,12	2,03	1,93	1,87	1,79	1,74	1,68	1,63	1,60
65	3,99	3,14	2,75	2,51	2,36	2,24	2,15	2,08	2,02	1,98	1,94	1,90	1,85	1,80	1,73	1,68	1,63	1,57	1,54	1,49	1,46	1,42	1,39	1,37
	7,04	4,95	4,10	3,62	3,31	3,09	2,93	2,79	2,70	2,61	2,54	2,47	2,37	2,30	2,18	2,09	2,00	1,90	1,84	1,76	1,71	1,64	1,60	1,56
70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,32	2,14	2,07	2,01	1,97	1,93	1,89	1,84	1,79	1,72	1,67	1,62	1,56	1,53	1,47	1,45	1,40	1,37	1,35
	7,01	4,92	4,08	3,60	3,29	3,07	2,91	2,77	2,67	2,59	2,51	2,45	2,35	2,28	2,15	2,07	1,98	1,88	1,82	1,74	1,69	1,62	1,56	1,53
80	3,96	3,11	2,72	2,48	2,33	2,21	2,12	2,05	1,99	1,95	1,91	1,88	1,82	1,77	1,70	1,65	1,60	1,54	1,51	1,45	1,42	1,38	1,35	1,32
	6,96	4,88	4,04	3,56	3,25	3,04	2,87	2,74	2,64	2,55	2,48	2,41	2,32	2,24	2,11	2,03	1,94	1,84	1,78	1,70	1,65	1,57	1,52	1,49
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,10	2,03	1,97	1,92	1,88	1,85	1,79	1,75	1,68	1,63	1,57	1,51	1,48	1,42	1,39	1,34	1,30	1,28
	6,90	4,82	3,98	3,51	3,20	2,99	2,82	2,69	2,59	2,51	2,43	2,36	2,26	2,19	2,06	1,98	1,89	1,79	1,73	1,64	1,59	1,51	1,46	1,43
125	3,92	3,07	2,68	2,44	2,29	2,17	2,08	2,01	1,95	1,90	1,86	1,83	1,77	1,72	1,65	1,60	1,55	1,49	1,45	1,39	1,36	1,31	1,27	1,25
	6,84	4,78	3,94	3,47	3,17	2,95	2,79	2,65	2,56	2,47	2,40	2,33	2,23	2,15	2,03	1,94	1,85	1,75	1,68	1,59	1,54	1,46	1,40	1,37
150	3,91	3,06	2,67	2,43	2,27	2,16	2,07	2,00	1,94	1,89	1,85	1,82	1,76	1,71	1,64	1,59	1,54	1,47	1,44	1,37	1,34	1,29	1,25	1,22
	6,81	4,75	3,91	3,44	3,13	2,92	2,76	2,62	2,53	2,44	2,37	2,30	2,20	2,12	2,00	1,91	1,83	1,72	1,66	1,56	1,51	1,43	1,37	1,33
200	3,89	3,04	2,65	2,41	2,26	2,14	2,05	1,98	1,92	1,87	1,83	1,80	1,74	1,69	1,62	1,57	1,52	1,45	1,42	1,35	1,32	1,26	1,22	1,19
	6,76	4,71	3,88	3,41	3,11	2,90	2,73	2,60	2,50	2,41	2,34	2,28	1,17	2,09	1,97	1,88	1,79	1,69	1,62	1,53	1,48	1,39	1,33	1,28
400	3,86	3,02	2,62	2,39	2,23	2,12	2,03	1,96	1,90	1,85	1,81	1,78	1,72	1,67	1,60	1,54	1,49	1,42	1,38	1,32	1,28	1,22	1,16	1,13
	6,70	4,66	3,83	3,36	3,06	2,85	2,69	2,55	2,16	2,37	2,29	2,23	2,12	2,04	1,92	1,84	1,74	1,64	1,57	1,47	1,42	1,32	1,24	1,19
1000	3,85	3,00	2,61	2,38	2,22	2,10	2,02	1,95	1,89	1,84	1,80	1,76	1,70	1,65	1,58	1,53	1,47	1,41	1,36	1,30	1,26	1,19	1,13	1,06
	6,66	4,62	3,80	3,34	3,04	2,82	2,66	2,53	2,43	2,34	2,26	2,20	2,09	2,01	1,89	1,81	1,71	1,61	1,54	1,44	1,38	1,28	1,19	1,11
∞	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,09	2,01	1,94	1,88	1,83	1,79	1,75	1,69	1,64	1,57	1,52	1,46	1,40	1,35	1,28	1,24	1,17	1,11	1,00
	6,64	4,60	3,78	3,32	3,02	2,80	2,64	2,51	2,41	2,32	2,24	2,18	2,07	1,99	1,87	1,79	1,69	1,59	1,52	1,41	1,36	1,25	1,15	1,00

Sumber: Metoda Statistika, DR. Sudjana, M.A., M.Sc., Penerbit Tarsito Bandung 1975.

*The Chi-Square Distribution**

$$\Pr(X \leq x) = \int_0^x \frac{1}{\Gamma(r/2)2^{r/2}} w^{r/2-1} e^{-w/2}\, dw$$

r	Pr ($X \leq x$) 0.01	0.025	0.050	0.95	0.975	0.99
1	0.000	0.001	0.004	3.84	5.02	6.63
2	0.020	0.051	0.103	5.99	7.38	9.21
3	0.115	0.216	0.352	7.81	9.35	11.3
4	0.297	0.484	0.711	9.49	11.1	13.3
5	0.554	0.831	1.15	11.1	12.8	15.1
6	0.872	1.24	1.64	12.6	14.4	16.8
7	1.24	1.69	2.17	14.1	16.0	18.5
8	1.65	2.18	2.73	15.5	17.5	20.1
9	2.09	2.70	3.33	16.9	19.0	21.7
10	2.56	3.25	3.94	18.3	20.5	23.2
11	3.05	3.82	4.57	19.7	21.9	24.7
12	3.57	4.40	5.23	21.0	23.3	26.2
13	4.11	5.01	5.89	22.4	24.7	27.7
14	4.66	5.63	6.57	23.7	26.1	29.1
15	5.23	6.26	7.26	25.0	27.5	30.6
16	5.81	6.91	7.96	26.3	28.8	32.0
17	6.41	7.56	8.67	27.6	30.2	33.4
18	7.01	8.23	9.39	28.9	31.5	34.8
19	7.63	8.91	10.1	30.1	32.9	36.2
20	8.26	9.59	10.9	31.4	34.2	37.6
21	8.90	10.3	11.6	32.7	35.5	38.9
22	9.54	11.0	12.3	33.9	36.8	40.3
23	10.2	11.7	13.1	35.2	38.1	41.6
24	10.9	12.4	13.8	36.4	39.4	43.0
25	11.5	13.1	14.6	37.7	40.6	44.3
26	12.2	13.8	15.4	38.9	41.9	45.6
27	12.9	14.6	16.2	40.1	43.2	47.0
28	13.6	15.3	16.9	41.3	44.5	48.3
29	14.3	16.0	17.7	42.6	45.7	49.6
30	15.0	16.8	18.5	43.8	47.0	50.9

* This table is abridged and adapted from "Tables of Percentage Points of the Incomplete Beta Function and of the Chi-Square Distribution," *Biometrika*, 32 (1941). It is published here with the kind permission of Professor E. S. Pearson on behalf of the author, Catherine M. Thompson, and of the Biometrika Trustees.

Lampiran 2

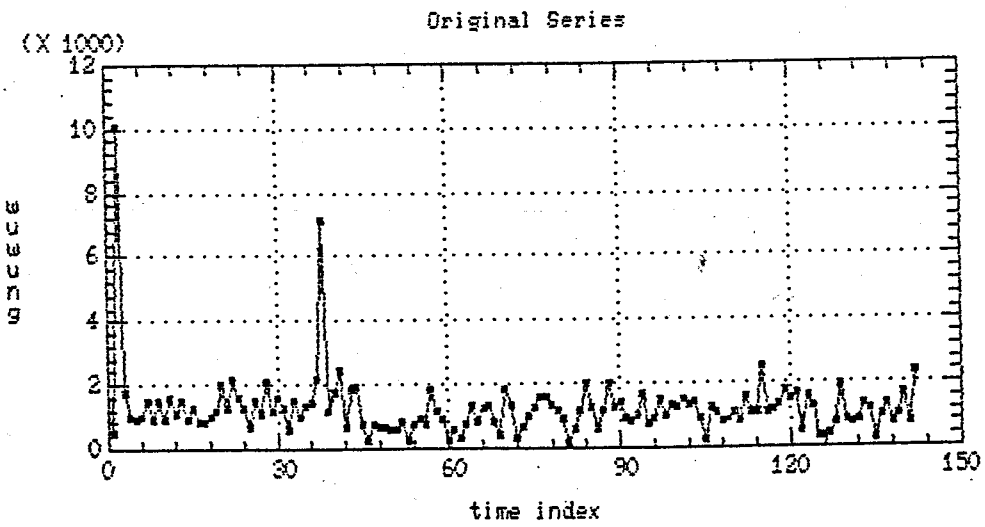
PRINTOUT KOMPUTER

I. PENGOLAHAN DATA PENJUALAN GENTENG WUWUNG

1. Diskripsi Data Awal

```
ENTER THE NAME OF THE VARIABLE CONTAINING YOUR DATA: wuwung
NUMBER OF OBSERVATION = 142  (0 MISSING VALUES EXLUDED)
SAMPLE AVERAGE = 1238.71
SAMPLE VARIANCE = 1.04877E6
SAMPLE STANDARD DEVIATION = 1024.1

MINIMUM  VALUE = 209   MAXIMUM 10058   RANGE = 9849
LOWER AND UPPER QUARTILES = 805  1501
INTERQUARTILE RANGE = 696
MEDIAN = 1120.5

COEFF. OF SKEWNESS = 5.84251  STANDARDIZED VALUE = 28.4229
COEFF. OF KURTOSIS = 47.0268  STANDARDIZED VALUE = 107.092
Press ENTER to continue
```

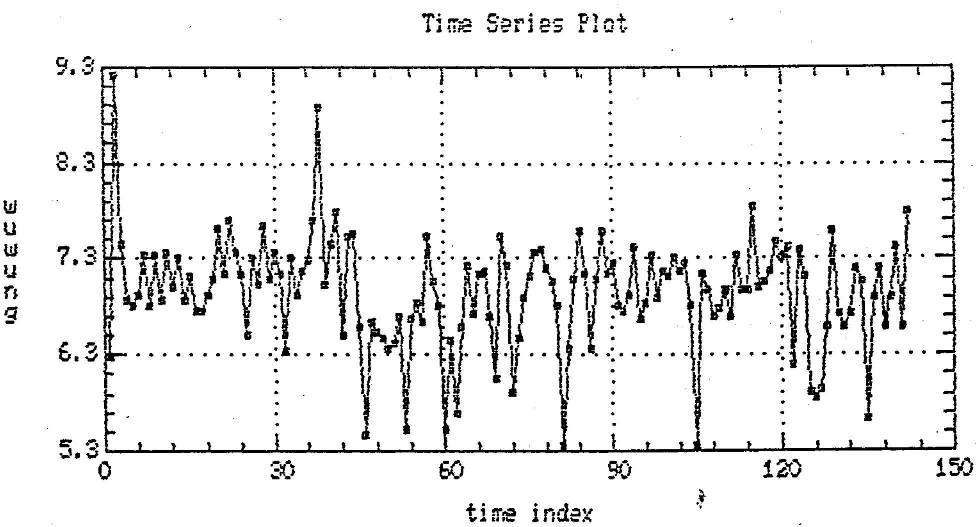
2. Plot Data Awal



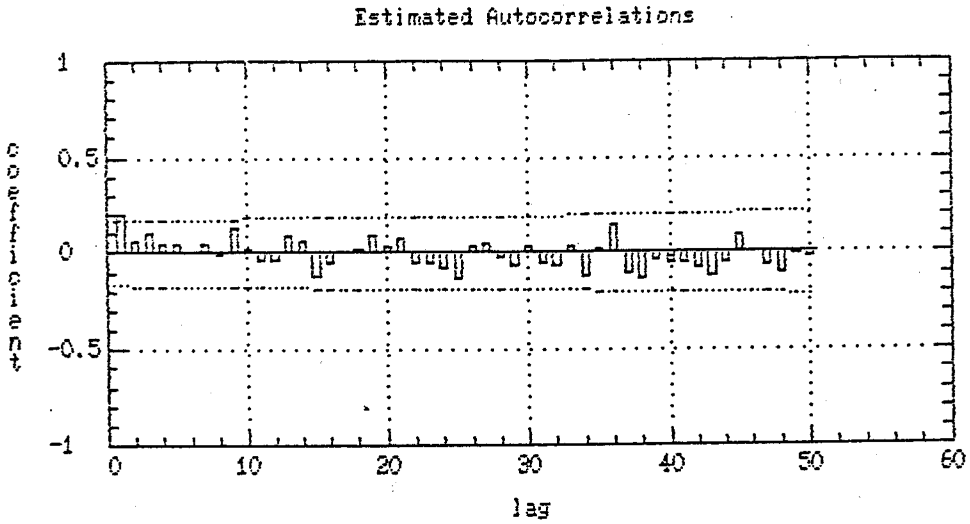
3. Diskripsi Data Setelah Ditransformasi Log Natural

```
ENTER THE NAME OF THE VARIABLE CONTAINING YOUR DATA: wuwung
NUMBER OF OBSERVATION = 142  (0 MISSING VALUES EXLUDED)
SAMPLE AVERAGE = 6.94784
SAMPLE VARIANCE = 0.33196
SAMPLE STANDARD DEVIATION = 0.57616

MINIMUM  VALUE = 5.3423  MAXIMUM = 9.21612  RANGE = 3.87379
LOWER AND UPPER QUARTILES = 6.69084  7.31389
INTERQUARTILE RANGE = 0.623045
MEDIAN = 7.02149

COEFF. OF SKEWNESS = -0.14212 STANDARDIZED VALUE = -0.69139
COEFF. OF KURTOSIS = 5.38668  STANDARDIZED VALUE = 5.8054
Press ENTER to continue
```

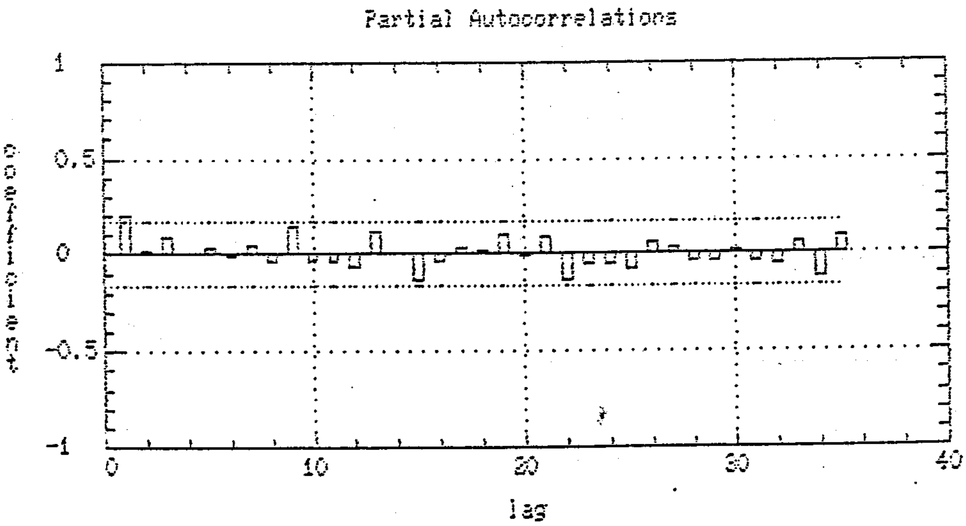
4. Plot Data Setelah Transformasi



5. Grafik Fungsi Autokorelasi



6. Grafik Fungsi Autokorelasi Parsial



7. Estimasi Parameter Model ARIMA(1,0,0)

ESTIMATION BEGINS .....

SUMMARY OF FITTED MODEL

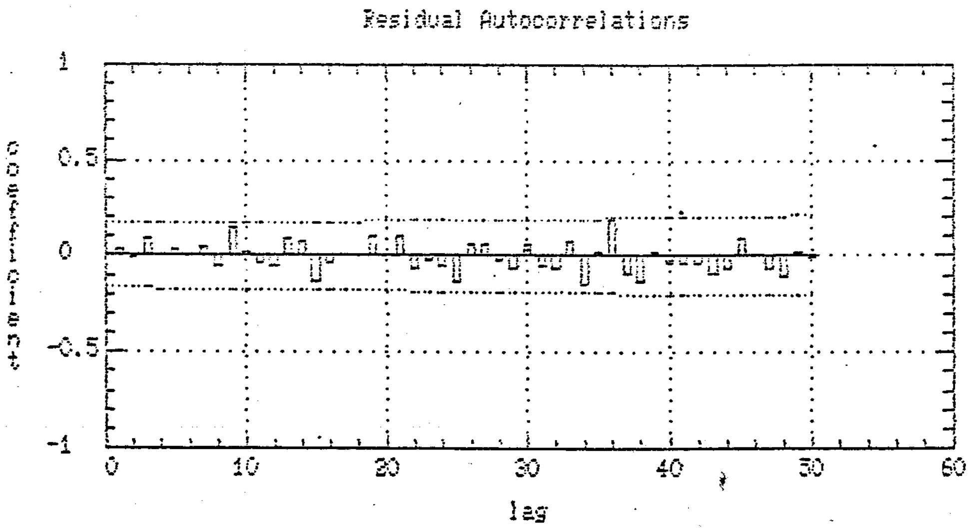
parameter	estimate	std. error	t-value	prob(>|t|)
AR(1)	.20639	.08363	2.46774	.01481
MEAN	6.94782	.05974	116.29467	.00000
CONSTANT	5.51390			

ESTIMATED WHITE NOISE VARIANCE = 0.322535 WITH 139 DEGREES OF FREEDOM.
CHI-SQUARE TEST STATISTIC ON FIRST 20 RESIDUAL AUTOCORRELATIONS = 11.6369
WITH PROBABILITY OF A LARGER VALUE GIVEN WHITE NOISE = 0.900554

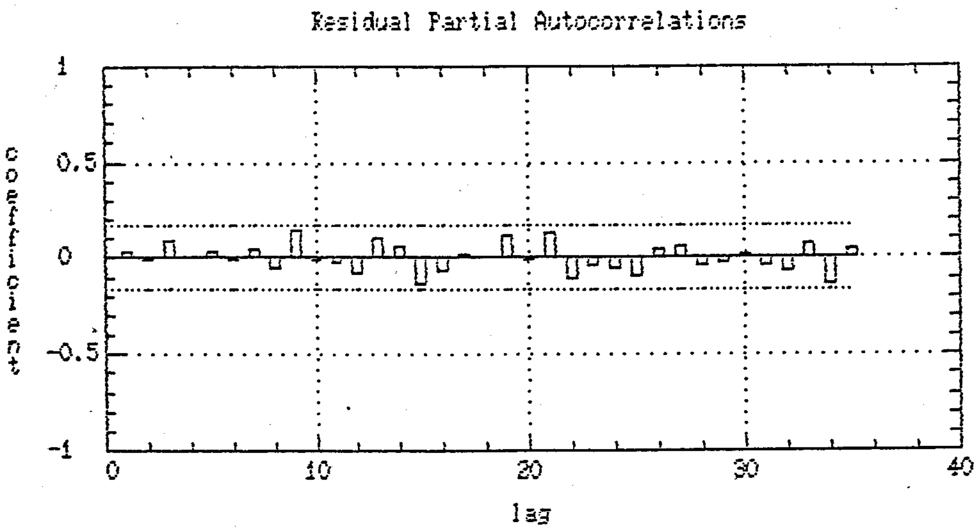
NUMBER OF ITERATIONS PERFORMED: 1

Press ENTER to continue

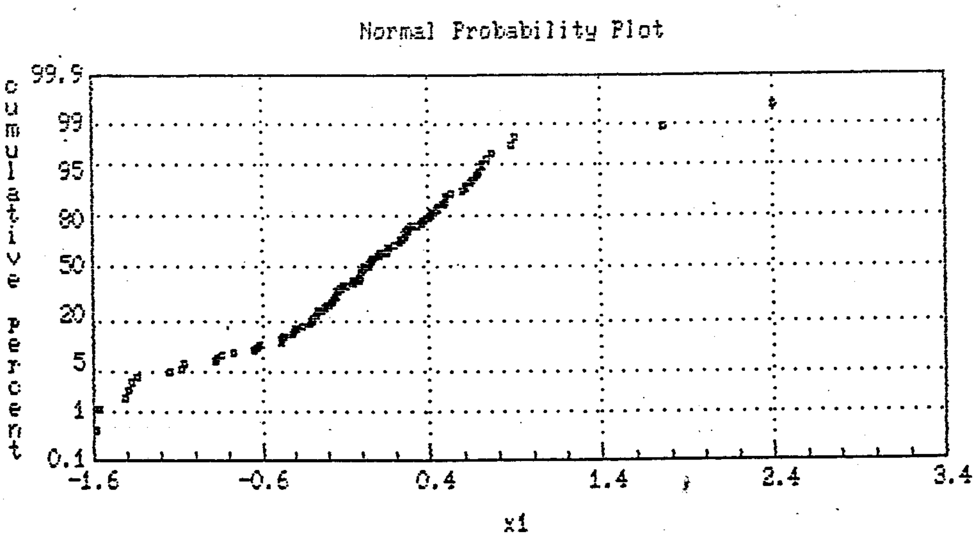
8. Grafik Fungsi Autokorelasi Residual Model ARIMA(1,0,0)



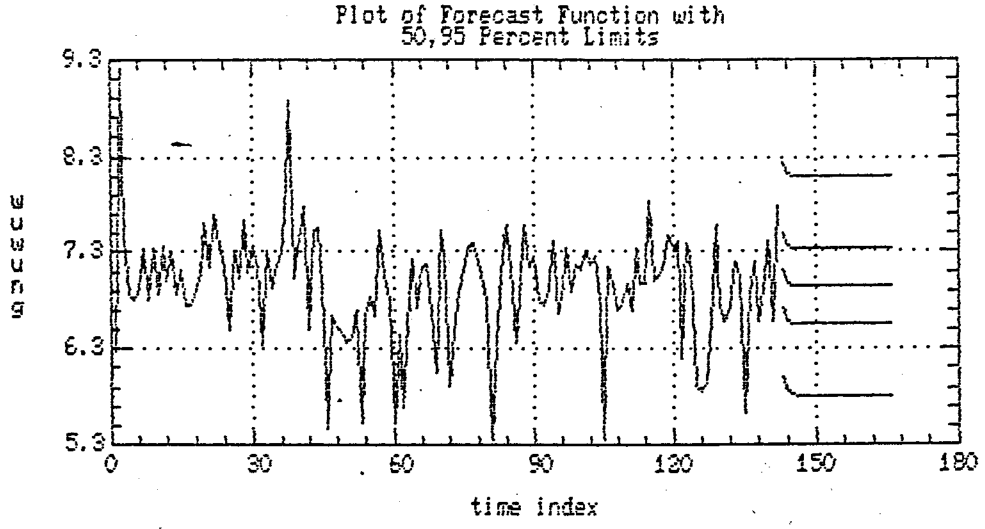
9. Grafik Fungsi Autokorelasi Parsial Residual Model ARIMA(1,0,0)



10. Plot Normal Residual Model ARIMA(1,0,0)



11. Plot Forecast Model ARIMA(1,0,0)



13. Estimasi Parameter Model ARIMA(0,0,1)

ESTIMATION BEGINS .....

SUMMARY OF FITTED MODEL

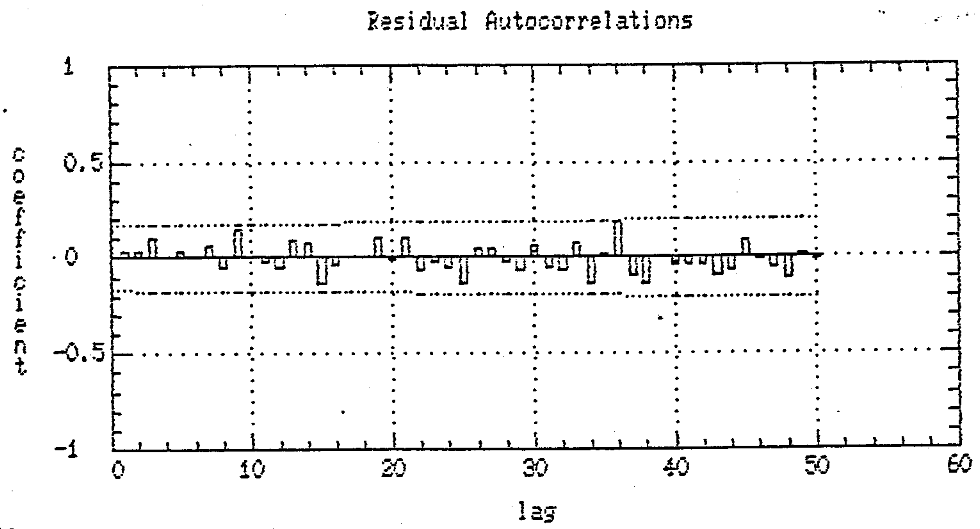
parameter	estimate	std. error	t-value	prob(>|t|)
MA(1)	-.20515	.08425	-2.43513	.01615
MEAN	6.94727	.05734	121.16926	.00000
CONSTANT	6.94784			

ESTIMATED WHITE NOISE VARIANCE = 0.322942 WITH 139 DEGREES OF FREEDOM.
CHI-SQUARE TEST STATISTIC ON FIRST 20 RESIDUAL AUTOCORRELATIONS = 11.747
WITH PROBABILITY OF A LARGER VALUE GIVEN WHITE NOISE = 0.89614

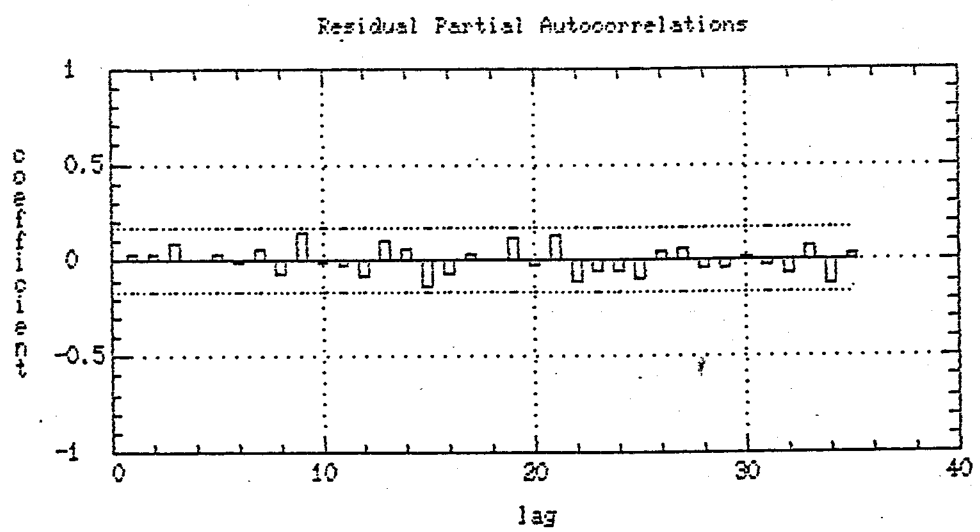
NUMBER OF ITERATIONS PERFORMED: 1

Press ENTER to continue

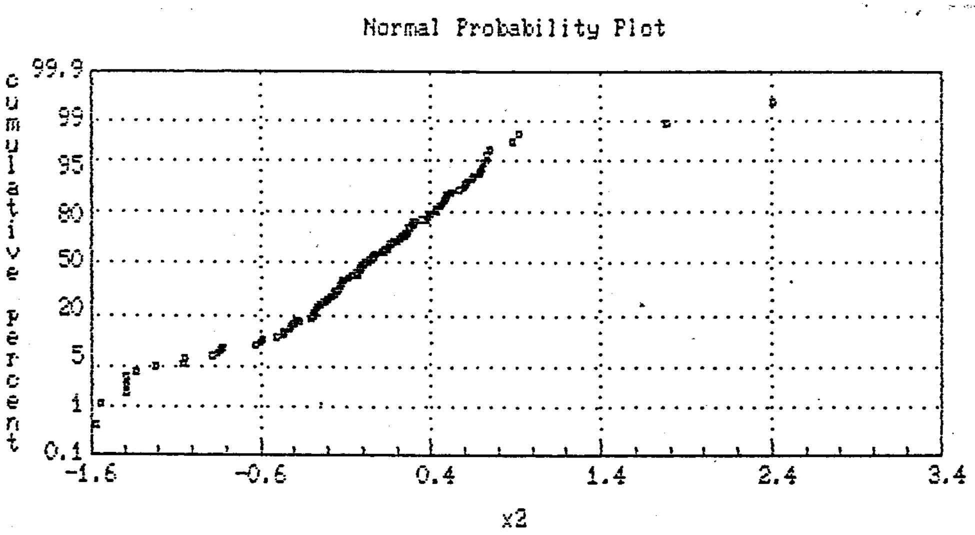
14. Grafik Fungsi Autokorelasi Residual Model ARIMA(0,0,1)



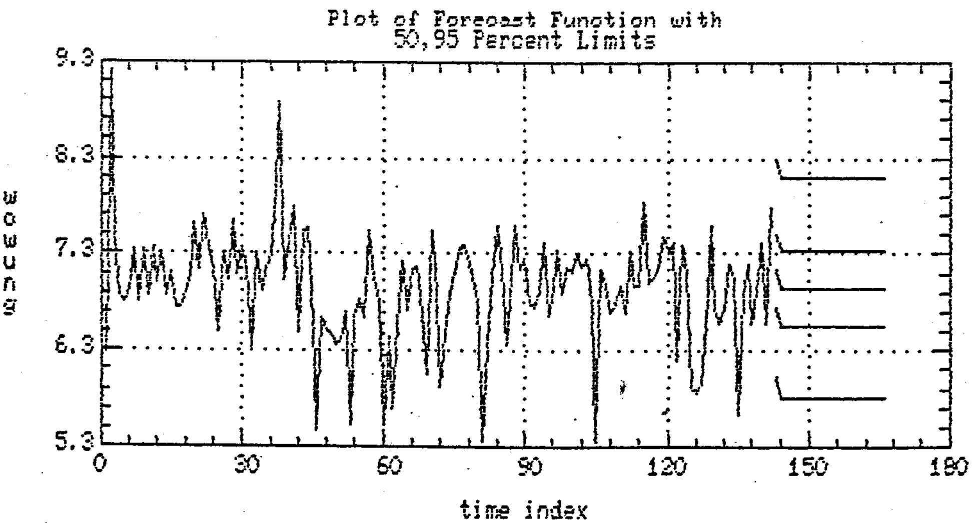
15. Grafik Fungsi Autokorelasi Parsial Residual Model ARIMA(0,0,1)



16. Plot Normal Residual Model ARIMA(0,0,1)



17. Plot Forecast Model ARIMA(0,0,1)



18. Estimasi Parameter Model ARIMA(1,0,1)

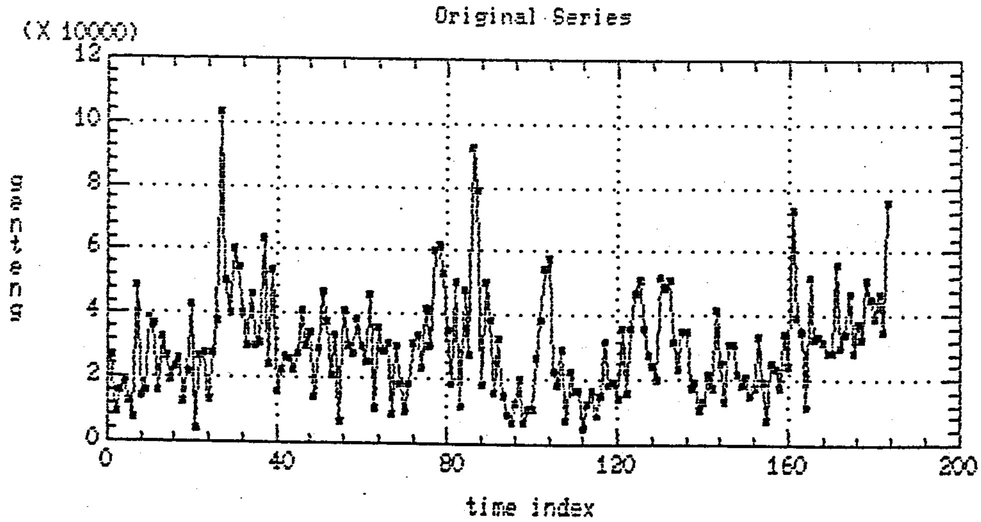
```
ESTIMATION BEGINS .....
ITERATION 1:  RESIDUAL SUM OF SQUARES ..... 44.8677
--------------------------------------------------------------
                  SUMMARY OF FITTED MODEL
--------------------------------------------------------------
  parameter   estimate  std. error   t-value   prob(>|t|)
    AR(1)      .10926    .39547       .27628    .78275
    MA(1)     -.09879    .39330      -.25110    .00205
    MEAN      6.94700    .05991   115.96355     .00000
    CONSTANT  6.18872
--------------------------------------------------------------
ESTIMATED WHITE NOISE VARIANCE = 0.325063 WITH 138 DEGREES OF FREEDOM.
CHI-SQUARE TEST STATISTIC ON FIRST 20 RESIDUAL AUTOCORRELATIONS = 11.6615
    WITH PROBABILITY OF A LARGER VALUE GIVEN WHITE NOISE = 0.864214

NUMBER OF ITERATIONS PERFORMED: 2

Press ENTER to continue


---------------------------------------------------------------------
        ***************  STATGRAPHICS  ***************
---------------------------------------------------------------------
```

I. PENGOLAHAN DATA PENJUALAN GENTENG KODOK

1. Diskripsi Data Awal

```
ENTER THE NAME OF THE VARIABLE CONTAINING YOUR DATA: kodok
NUMBER OF OBSERVATION = 183  (0 MISSING VALUES EXLUDED)
SAMPLE AVERAGE = 2.6978E8
SAMPLE VARIANCE = 1.04877E6
SAMPLE STANDARD DEVIATION = 164251

MINIMUM  VALUE = 3955  MAXIMUM 103283  RANGE = 99328
LOWER AND UPPER QUARTILES = 18075   38500
INTERQUARTILE RANGE = 20425
MEDIAN = 28200

COEFF. OF SKEWNESS = 1.19598  STANDARDIZED VALUE = 6.60501
COEFF. OF KURTOSIS = 5.43459  STANDARDIZED VALUE = 6.72274
Press ENTER to continue
```

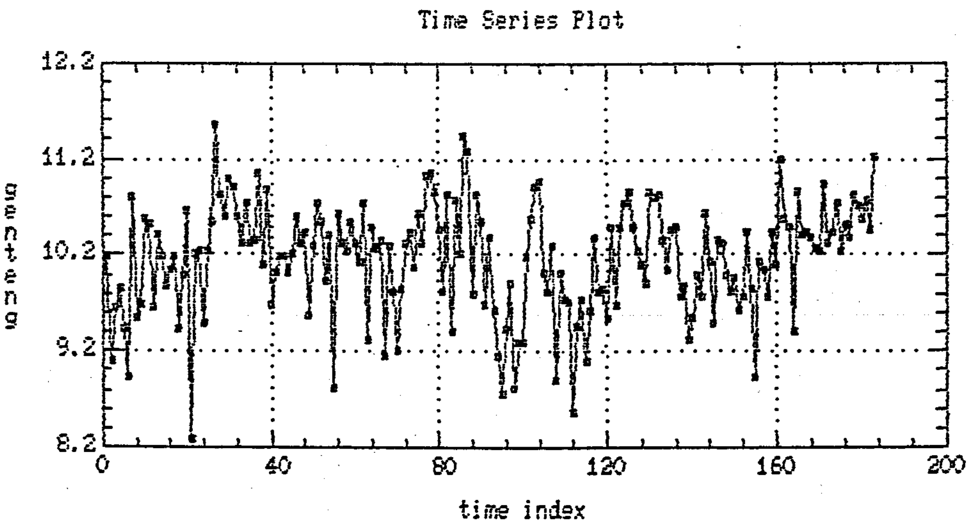
2. Plot Data Awal



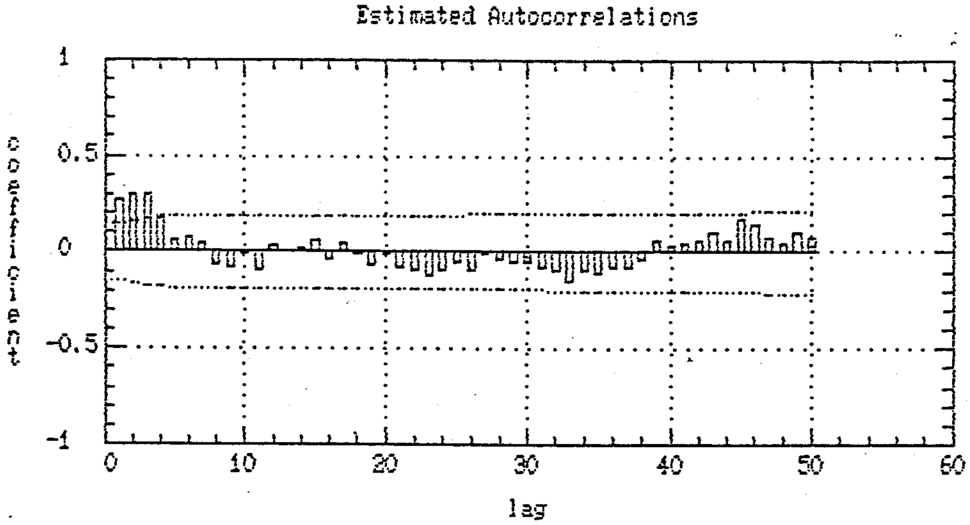
3. Diskripsi Data Setelah Ditransformasi Log Natural

```
ENTER THE NAME OF THE VARIABLE CONTAINING YOUR DATA: kodok
NUMBER OF OBSERVATION = 183  (0 MISSING VALUES EXLUDED)
SAMPLE AVERAGE = 10.1616
SAMPLE VARIANCE = 0.337389
SAMPLE STANDARD DEVIATION = 0.580852

MINIMUM  VALUE = 8.28274 MAXIMUM = 11.5452  RANGE = 3.26249
LOWER AND UPPER QUARTILES = 9.80229  10.5584
INTERQUARTILE RANGE = 0.756128
MEDIAN = 10.2471

COEFF. OF SKEWNESS = -0.50859 STANDARDIZED VALUE = -2.80878
COEFF. OF KURTOSIS = 3.21834  STANDARDIZED VALUE = 0.602911
Press ENTER to continue
```

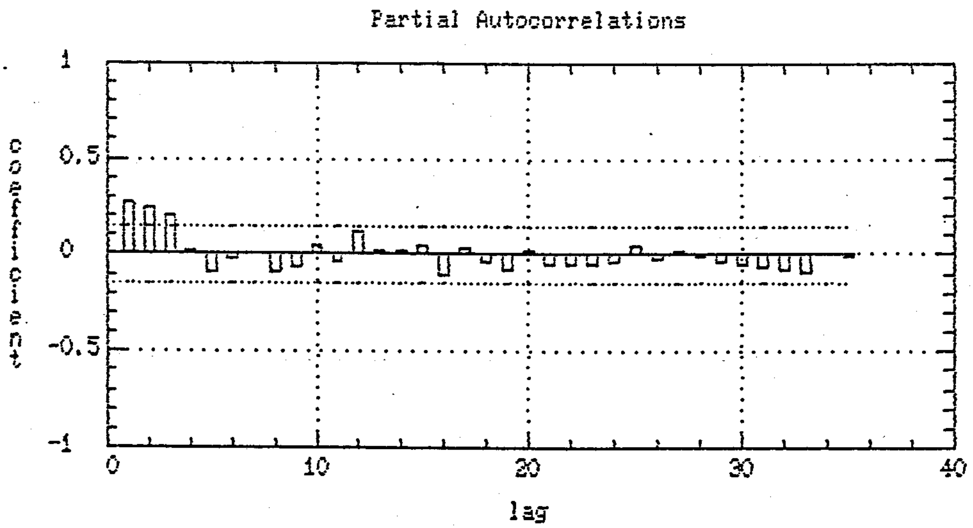
4. Plot Data Setelah Transformasi



5. Grafik Fungsi Autokorelasi



6. Grafik Fungsi Autokorelasi Parsial



7. Estimasi Parameter Model ARIMA(3,0,0)

ESTIMATION BEGINS .....

SUMMARY OF FITTED MODEL

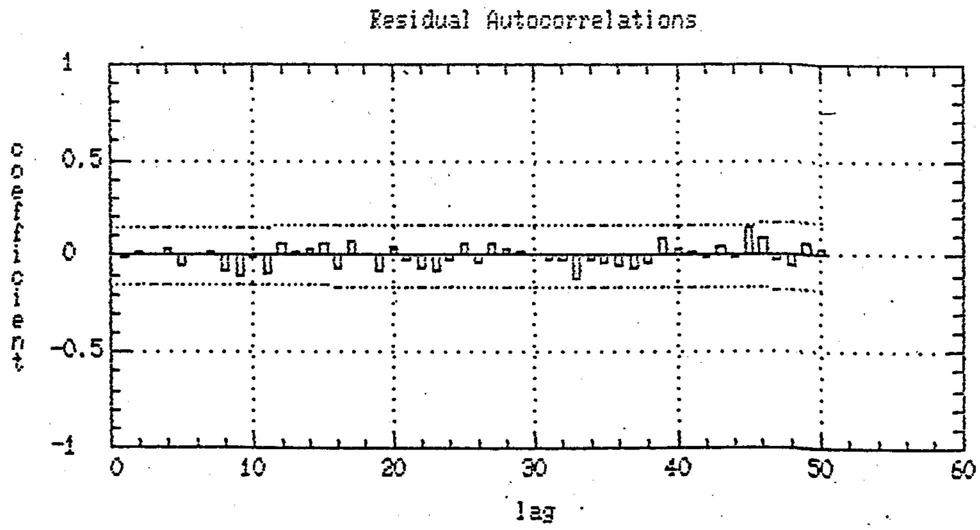
parameter	estimate	std. error	t-value	prob(>|t|)
AR(1)	.16566	.07433	2.22863	.02710
AR(2)	.20245	.07393	2.73841	.00681
AR(3)	.20365	.07458	2.73082	.00696
MEAN	10.15939	.08853	114.75800	.00000
CONSTANT	4.35158			

ESTIMATED WHITE NOISE VARIANCE = 0.290199 WITH 176 DEGREES OF FREEDOM.
CHI-SQUARE TEST STATISTIC ON FIRST 20 RESIDUAL AUTOCORRELATIONS = 10.1017
WITH PROBABILITY OF A LARGER VALUE GIVEN WHITE NOISE = 0.900554

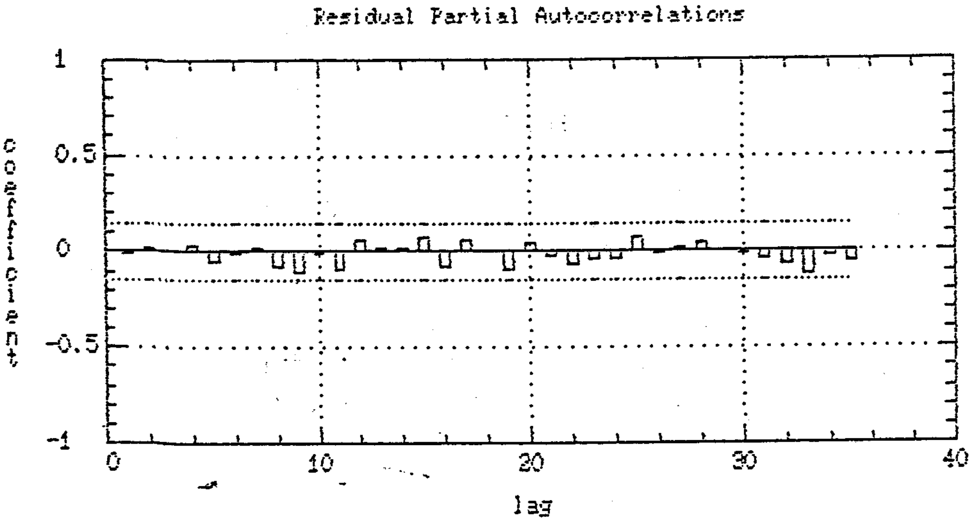
NUMBER OF ITERATIONS PERFORMED: 1

Press ENTER to continue

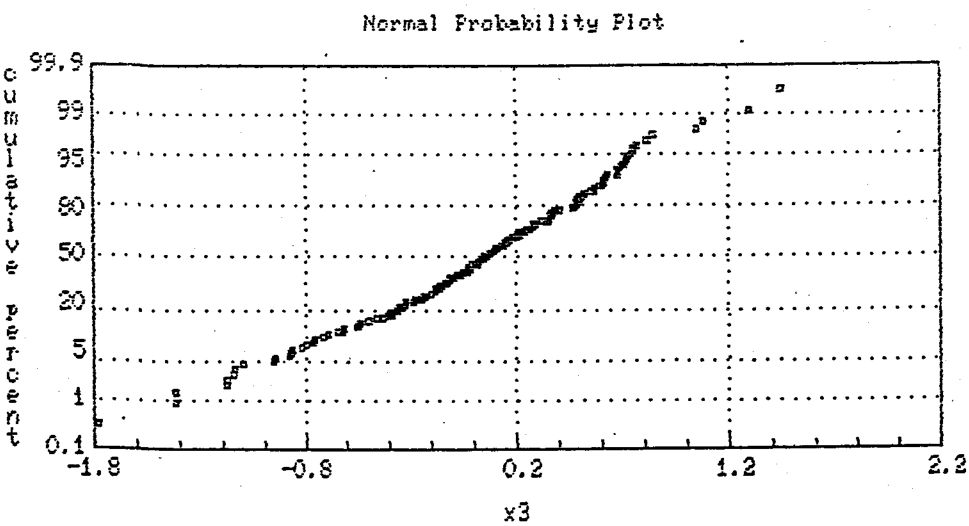
8. Grafik Fungsi Autokorelasi Residual Model ARIMA(3,0,0)



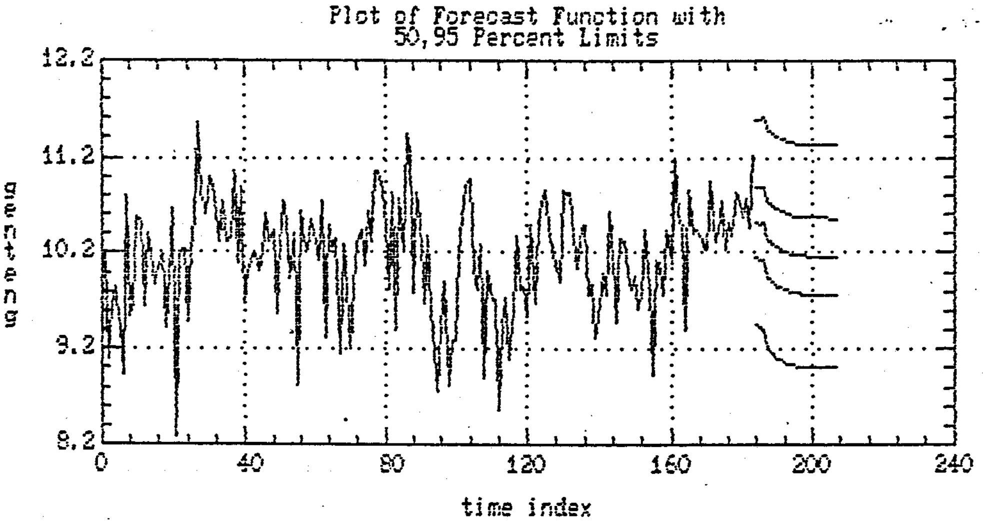
9. Grafik Fungsi Autokorelasi Parsial Residual Model ARIMA(3,0,0)



10. Plot Normal Residual Model ARIMA(3,0,0)



11. Plot Forecast Model ARIMA(3,0,0)



13. Estimasi Parameter Model ARIMA(0,0,3)

```
ESTIMATION BEGINS .....
ITERATION 1: RESIDUAL SUM OF SQUARE ..... 52.1019
ITERATION 2: RESIDUAL SUM OF SQUARE ..... 52.0364
-----------------------------------------------------------
                SUMMARY OF FITTED MODEL
-----------------------------------------------------------
  parameter   estimate  std. error    t-value   prob(>|t|)
    MA(1)     -.14495    .07419     -1.95377    .05231
    MA(2)     -.22767    .07241     -3.14418    .00196
    MA(3)     -.25656    .07372     -3.47990    .00063
    MEAN     10.15821    .06472    156.95672    .00000
    CONSTANT 10.16157
-----------------------------------------------------------
ESTIMATED WHITE NOISE VARIANCE = 0.295656 WITH 176 DEGREES OF FREEDOM.
CHI-SQUARE TEST STATISTIC ON FIRST 20 RESIDUAL AUTOCORRELATIONS = 10.4393
    WITH PROBABILITY OF A LARGER VALUE GIVEN WHITE NOISE = 0.884185

NUMBER OF ITERATIONS PERFORMED: 1

Press ENTER to continue
```

14. Estimasi Parameter Model ARIMA(3,0,3)

```
ESTIMATION BEGINS .....
ITERATION 2:  RESIDUAL SUM OF SQUARES ..... 50.9356
ITERATION 3:  RESIDUAL SUM OF SQUARES ..... 50.6908
--------------------------------------------------------------
                  SUMMARY OF FITTED MODEL
--------------------------------------------------------------
  parameter   estimate   std. error    t-value    prob(>|t|)
    AR(1)       .37554    .33738       1.11310     .26721
    AR(2)     -.09082     .48229       -.18830     .85086
    AR(3)       .25321    .35882        .70567     .48134
    MA(1)       .21502    .34497        .62330     .53391
    MA(2)     -.26611     .44959       -.59189     .55470
    MA(3)       .02043    .32373        .06312     .94974
    MEAN      10.16990    .08843     115.00757     .00000
    CONSTANT  4.69539
--------------------------------------------------------------
ESTIMATED WHITE NOISE VARIANCE = 0.292961 WITH 173 DEGREES OF FREEDOM.
CHI-SQUARE TEST STATISTIC ON FIRST 20 RESIDUAL AUTOCORRELATIONS = 8.63778
    WITH PROBABILITY OF A LARGER VALUE GIVEN WHITE NOISE = 0.853531

NUMBER OF ITERATIONS PERFORMED: 4

Press ENTER to continue
```